

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Інженерно-хімічний факультет
Кафедра екології та технології рослинних полімерів

На правах рукопису

УДК 676.26

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Гомеля М.Д.

«_____» _____ 2020 р.

Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра
зі спеціальності 161 Хімічні технологія та інженерія
на тему: «Вплив хімічних допоміжних речовин на показники картону
макулатурного з пігментованим покриттям у Приватному акціонерному
товаристві "Київський картонно-паперовий комбінат"»

Виконав:

студент 6 курсу, групи ЛЦ-391мп

Анчук Ірина Василівна

Керівник:

Кандидат хімічних наук, професор,

Барбаш В.А.

Рецензент:

Засвідчую, що в цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних посилань

Студент _____

Київ – 2020 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра екології та технології рослинних полімерів

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-науковою програмою

Спеціальність (спеціалізація) – **161 Хімічні технології та інженерії** (хімічні технології преробки деревини та рослинної сировини)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Гомеля М.Д.

«__» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту

Анчук Ірини Василівни

1. Тема дисертації «Вплив хімічних допоміжних речовин на показники картону макулатурного з пігментованим покриттям у Приватному акціонерному товаристві "Київський картонно-паперовий комбінат", науковий керівник дисертації Барбаш В.А., кандидат хімічних наук, професор, затверджені наказом по університету від 09.11.2020 р. №_3261-с _____
2. Термін подання студентом дисертації 16.12.2020.
3. Об'єкт дослідження – процес виробництва картону макулатурного з пігментованим покриттям.
4. Предмет дослідження – підвищення показників якості за рахунок застосування хімічних допоміжних речовин.
5. Перелік завдань, які потрібно розробити – технологічна частина: вимоги до сировини та готової продукції, дослідження впливу хімічних допоміжних речовин на показники якості картону технологічна схема виробництва картону макулатурного з пігментованим покриттям, матеріальний баланс виробництва

продукції, розрахунок теплового балансу; стартап-проект, розрахунок основного технологічного обладнання, висновки.

6.Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу – Залежність білості картону із макулатурної маси від витрати ензимів ; залежність білості (а) та зольності (в) картону від витрат дисперсії каоліну; плоскостітковий формувальний пристрій; башмачний прес фірми «Andritz»;клеїльно-крейдувальний прес Speedsizer.

7. Орієнтовний перелік публікацій – Анчук І.В., Грищенко Т.А., Подгорнов Є.О., Трембус І.В. «Метод SCT – показник міцності упаковки з гофрокартону». Теорія і практика актуальних наукових досліджень (28-29 лютого 2020 року м. Дніпро) Херсон: Видавництво «Молодий вчений»-2020-Ч.2-94с; Анчук І.В., Грищенко Т.А., Подгорнов Є.О., Трембус І.В. «М'якість, як один з основних показників виробів санітарно-гігієнічного призначення» Збірник тез доповідей XVIII міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання» (21-22 травня 2020 року м.Київ)/Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020-173 с.

8. Дата видачі завдання: 1.10.2020 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Літературний огляду з теми дисертації	1.09.2020 – 27.09.2020	
2	Пропозиції що до вирішення технологічних проблем виробництва картону макулатурного з пігментованим покриттям	28.09.2020 – 4.10.2020	

3	Вимог до сировини та готової продукції	5.10.2020 – 16.10.2020	
4	Дослідження впливу допоміжних хімічних речовин на показники картону	19.10.2020 – 22.10.2020	
5	Розробка технологічної схеми та її опис	23.10.2020 – 29.10.2020	
6	Розрахунок матеріального балансу виробництва продукції	30.10.2020 – 6.11.2020	
7	Розрахунок основного технологічного обладнання та теплового балансу виробництва продукції	9.11.2020 – 13.11.2020	
8	Стартап-проект	16.11.2020 – 30.11.2020	
9	Оформлення магістерської дисертації	1.12.2020 – 7.12.2020	
10	Підготовка до захисту магістерської дисертації	8.12.2020 – 15.12.2020	

Студент

Анчук І.В.

Науковий керівник дисертації

Барбаш В.А.

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація: 100 стор., рис. 17, табл. 24, першоджерел 17.

Актуальність теми: вирішення найбільш актуальних проблем виробництва картону макулатурного з пігментованим покриттям та шляхи їх вирішення. Визначення перспектив розвитку виробництва макулатурного картону в процесі впровадження нових сучасних технологій.

Мета і задачі дослідження. Мета дослідження полягає у покращенні якості картону макулатурного, зниження собівартості та підвищення конкурентноспроможності картону макулатурного з пігментованим покриттям, шляхом впровадження на виробництві нових сучасних технологій.

Для досягнення мети було поставлено наступні задачі:

- вивчити технологічні рішення для покращення властивостей картону та техніко-економічних показників виробництва;
- виконати реконструкцію технологічного потоку з виробництва картону макулатурного з пігментованим покриттям;
- розрахувати матеріальний та тепловий баланси виробництва картону макулатурного;
- виконати розрахунок та вибір основного технологічного обладнання у відповідності з заданою продуктивністю технологічного потоку;
- розробити стартап проект виробництва картону макулатурного з пігментованим покриттям.

Об'єкт дослідження: процес виготовлення картону макулатурного з пігментованим покриттям.

Предмет дослідження: технологічні параметри використання хімічних допоміжних речовин у виробництві картону макулатурного з пігментованим покриттям.

Методи дослідження: впровадження нових ідей в процесі дослідження технології виробництва картону макулатурного, збір інформації. Показники макулатурної маси, фізико-механічні показники дослідних відливок картону визначали за допомогою стандартних методик.

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновано нові технологічні рішення щодо реконструкції технологічного потоку Приватного акціонерного товариства «Київський картонно-паперовий комбінат» із виготовлення картону макулатурного з пігментованим покриттям.

Згідно проведених досліджень запропоновано використання ензимів для зменшення липких властивостей клейових частинок, обробки та просочення, включаючи відбілювання. Для наповнення маси поверхневого шару та підвищення білості картону-основи, а також поліпшення рівномірності пігментованого шару картону макулатурного з пігментованого покриття запропоновано використання дисперсії каоліну KP-85 Ultra.

Розраховано матеріальний баланс води та волокна, тепловий баланс контактного методу сушіння для виробництва 1 т продукції.

У відповідності до річної продуктивності технологічної лінії проведено розрахунок та вибір основного обладнання.

Розроблено стартап проект виробництва картону макулатурного з пігментованим покриттям.

МАКУЛАТУРА, СОРТУВАННЯ, ЕНЗІМ, НАПІРНА ФЛОТАЦІЙНА УСТАНОВКА, МУЛЬТИСКРІН, ДИСПЕРГАТОР, ФІБРИЛЮВАННЯ, ФОРМУВАННЯ, КАОЛІНОВА ДИСПЕРСІЯ, КРЕЙДОВАНА ПАСТА, КАРТОН МАКУЛАТУРНИЙ

ABSTRACT

Relevance of the topic: solving the most pressing problems of production of waste paperboard with pigmented coating and ways to solve them. Determining the prospects for the development of waste paperboard production in the process of introducing new modern technologies.

The purpose and objectives of the study: the purpose of the study is to improve, reduce the cost of cardboard for consumer packaging, through the introduction of new equipment and modern technologies.

To achieve this goal, the following tasks were set:

- to study technological solutions to improve the properties of cardboard and technical and economic indicators of production;
- to reconstruct the technological flow of cardboard production for consumer packaging;
- calculate the material and thermal balances of cardboard production;
- perform the calculation and selection of the main technological equipment in accordance with the specified productivity of the technological flow;
- to determine a set of measures for labor protection at work;
- to develop a startup project for the production of cardboard for consumer packaging.

Object of research: the process of making waste paperboard with pigmented coating.

Subject of research: technological parameters of the use of chemical auxiliaries in the production of waste paperboard with a pigmented coating.

Research methods: introduction of new ideas in the process of research of waste paperboard production technology, information gathering. Indicators of waste paper, physical and mechanical parameters of experimental cardboard castings were pumped using standard methods.

The practical significance of the obtained results. New ideas for the reconstruction of the technological flow of the Private Joint-Stock Company "Kyiv Cardboard and Paper Mill" from production of waste paperboard with a pigmented covering.

According to research, the use of enzymes to reduce the sticky properties of adhesive particles, treatment and impregnation, including bleaching. To fill the mass of the surface layer and increase the whiteness of the base cardboard, as well as to improve the uniformity of the pigmented layer of waste paperboard with a pigmented coating, the use of kaolin dispersion is proposed KP-85 Ultra.

The material balance of water and fiber, thermal balance of the contact drying method for the production of 1 ton of products are calculated.

In accordance with the annual productivity of the technological line, the calculation and selection of the main equipment was carried out.

A startup project for the production of waste paperboard with a pigmented coating has been developed.

MACULAR WARE, SORTING, ENZYME, PRESSURE FLOTATION
INSTALLATION, MULTISCROON, DISPERSER, FIBRILLATION, FORMATION,
KAOLIN DISPERSION, COATED PASTE, WASTE PAPERBOARD

ЗМІСТ

ВСТУП	10
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	12
1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	
1.1 Аналіз використання хімічних допоміжних речовин у виробництві картонно-паперової продукції.....	13
1.2 Вирішення технологічних проблем виробництва картону макулатурного з пігментованим покриттям.....	22
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	
2.1 Характеристика вихідної сировини та готової продукції.....	27
2.2 Дослідження впливу хімічних допоміжних речовин на показники картону макулатурного з пігментованим покриттям.....	32
2.3 Рекомендована технологічна схема виробництва картону макулатурного з пігментованим покриттям.....	40
2.3.1 Опис технологічної схеми виробництва картону.....	41
2.3.2 Матеріальний баланс виробництва продукції.....	50
2.3.3 Тепловий баланс виробництва картону.....	62
2.3.4 Вибір основного технологічного обладнання.....	64
3 СТАРТАП ПРОЕКТ.....	71
ВИСНОВКИ.....	90
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	92
ДОДАТКИ	
Додаток А Тези доповідей " Теорія і практика актуальних наукових досліджень".....	96
Додаток Б Тези доповідей XVIII міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених " Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання".....	101

ВСТУП

Папір і картон так міцно увійшли в наше повсякденне життя, що важко уявити існування сучасного цивілізації суспільства без цієї, здавалося б, простої продукції. Важливе місце в економіці сучасного виробництва займає асортимент паперу і картону, які виробляються для пакування продовольчих товарів, а також для виготовлення предметів культурно-побутового призначення. Тому розвиток світової целюлозно-паперової промисловості відбувався відносно швидкими темпами. Практично за кожні 15 років її продукція подвоювалася [1].

У світі випускається понад 800 видів паперу та картону. У світовій практиці асортимент продукції обробки та переробки паперу та картону складає понад 80% загального обсягу виробництва продукції ЦПП. Завдяки зростанню конкуренції на ринку збуту товарів народного споживання сьогодні в Україні також велика увага приділяється виробництву тари й упаковки. Серед нових видів картону на вітчизняному ринку займає своє місце картон макулатурний з пігментованим покриттям, лайнер [2].

Картон макулатурний з пігментованим покриттям-лайнер (далі–картон), призначений для виготовлення плоских шарів гофрованого та мікрогофрованого картону з багатокольоровим друком, що використовується для виготовлення тари для харчової та промислової продукції; для виготовлення кашированого картону та виготовлення упаковки для харчової та нехарчової продукції. Найчастіше клієнти замовляють рекламну або представницьку продукцію з використанням крейдованого картону. Такий картон привертає споживачів можливістю отримати готову продукцію з більш яскравими, насиченими фарбами в порівнянні з друком на офсетному папері без покриття, а також володіє приємними тактильними властивостями. Сьогодні крейдований картон становить переважну частину споживаних друкарнями матеріалів для друку [2] .

Крейдований картон – це картон з пігментовано-клеєним покривним шаром (крейдованим), нанесеним на картон-основу для отримання мікропористої і мікрошорстоватої поверхні. Значна перевага крейдованого паперу для друку

полягає в можливості зміни її друкованих властивостей в широкому діапазоні за рахунок зміни композиційного складу пігментного покриття. Крейдування картону дозволяє підвищити поліграфічну якість продукції, збільшити барвистість видань [3].

Вимоги для картону-основи визначаються умовами нанесення покриття, призначенням готової продукції і способом друку. Найважливішими властивостями картону-основи є: механічна міцність, пористість, вбирна здатність, вологість, жорсткість, білість, непрозорість, гладкість і ступінь проклейки [3].

Одним з найбільших підприємств в Україні з виготовлення паперової та картонної продукції є ПрАТ “Київський картонно-паперовий комбінат”(далі ККПК), який входить до Холдингової компанії “Pulp Mill Holding”.

Задачею магістерської дисертації є проведення ~~реконструкції~~ і удосконалення існуючого технологічного потоку виробництва картону макулатурного з пігментованим покриттям, впровадження ефективніших хімікатів з метою підвищення якості готової продукції за оптимальної витрати сировини та матеріалів.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ЦПП-целюлозно-паперова промисловість

ПрАТ” Київський картонно-паперовий комбінат”- Приватне акціонерне товариство “ Київський картонно-паперовий комбінат”

WPO - всесвітня пакувальна організація

GG - картон крейдований з високим блиском

LPB - картон для пакування рідин

СКВ - крейдований крафт-картон

SBS, SBB - картон із відбіленої хімічної целюлози

SUS - картон з невідбіленої хімічної целюлози.

FBB - пакувальний картон без покриття (хром-ерзац).

GG - картон крейдований з високим блиском.

MF - матовий папір машинної гладкості для високого й офсетного друку.

MFS - папір із спеціальною обробкою, призначений для офсетного друку із застосуванням "гарячих" і "холодних" фарб.

TDP - папір, призначений для офсетного або високого друку телефонних і адресних довідників.

ММ- макулатурна маса

ТДУ- термодисперсійна установка

1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1 Аналіз використання хімічних допоміжних речовин у виробництві картонно-паперової продукції

Світове виробництво паперу та картону на даний час перевищує 400 мільйонів тон, у той час уповільнення темпів росту в США та Європі більш компенсується чим відповідним ростом в Азії. Азіатське виробництво перевищує 40%, в той час, як приблизно 30% надходить з Європи і приблизно 25% із Північної Америки. Цей загальний обсяг істотно виріс в реальному тільки в 2010 році, оскільки азіатський ринок почав компенсувати скорочення американського та європейського ринку [4].

За даними всесвітньої пакувальної організації (WPO), у 2000 р. на частку упакування з картону і гофрокартону приходилося 37% від загального обсягу пакувальних матеріалів [4]. Згідно з класифікацією Союзу виробників складних коробок Німеччини картони позначаються такими первинними символами:

- Картон крейдований з високим блиском GG
- Картон крейдований G
- Картон некрейдований U
- Картон целюлозний/ картон типу хромерзац (односторонній) Z
- Основа картону типу хромерзац C
- Картон типу триплекс T
- Картон типу дуплекс D

За допомогою вищевказаних символів описують основні марки картону та підрозділяють їх на класи. Англійська аббревіатура останнім часом також дуже важлива, у зв'язку з надходженням картону азіатського та американського походження. Їх називають від перших букв англійської назви картону [5] :

- Coated Kraft Back Board (СКВ) крейдований крафт-картон. Складається з хімічно відбіленої целюлози або з пігментованого покриття і середнього шару з невідбіленої механічної целюлози [5] .

- Coreboard — картон для гільз. Макулатурний без покриття, використовується для виготовлення гільз паперових ролей і подібної продукції.

- Corrugated Board — гофрований картон.

- Cup Stock — картон для одноразової упаковки. Картон FBB і SBS (див. далі) використовується для виготовлення харчових контейнерів. Для надання вологостійкості й жорсткості наноситися пластикове покриття.

- Greyboard, Chipboard — пакувальний картон без покриття. На 100% складається з вторинних волокон.

- Linerboard — лайнер. Зовнішній картонний шар в гофрокартоні.

- Liquid Packaging Board (LPB) — картон для пакування рідин. Як основа використовується картон із захистними синтетичними покриттями.

- Plastic Coated Laminated Board — ламіновані матеріали. Папір і картон з покриттям із чи пластику інших видів паперу та картону.

- Solid Bleached Sulphate (SBS) Board (SBB) — картон із відбіленої хімічної целюлози. Складається з одного чи декількох шарів, які містять не менше 80% хімічної целюлози; частіше всього з крейдованим покриттям.

- Solid Unbleached Sulphate Board (SUS) — картон з невідбіленої хімічної целюлози.

- White Lined Chipboard (WLC) — макулатурний крейдований картон. Містить незначну частку вторинних волокон. Лицева сторона може мати крейдоване покриття.

- Folding Boxboard (FBB) пакувальний картон без покриття (хромерзац). Часто використовується з картонами з первинних волокон [5].

Переважна кількість зарубіжних виробників при визначенні виду паперу роблять акцент на волокнистий склад, а вже потім визначають деякі найбільш важливі показники. Наприклад, офсетний папір, згідно з вітчизняними стандартами, визначається як проклеєний середньозольний папір з обмеженою деформацією після зволоження, а зарубіжні виробники — як папір без поверхневого покриття, який виготовлений з чисто целюлозного волокна або з

вмістом деревної маси й характеризується високою стійкістю до деформації під впливом вологи. Більшість зарубіжних виробників під терміном "папір для офсетного друку" розуміє також і крейдований папір, незважаючи на те, що офсетний виготовляється без поверхневого покриття [5].

Класифікації паперу для друку в різних країнах мають свої особливості. Основною відмінною ознакою паперу й картону є маса 1 м^2 . Відповідно до державних стандартів, папір – це виріб із масою до 250 г/м^2 , картон – вище 250 г/м^2 . Разом з тим, за міжнародними стандартами більшості зарубіжних країн папером вважають виріб із масою до 225 г/м^2 , а картоном – вище 225 г/м^2 . Однак, і цей поділ умовний з огляду на те, що деякі вироби з масою нижче 225 г/м^2 називають "картон", а вироби з масою вище 225 г/м^2 – "папір". Наприклад, у Німеччині: папір – від 7 до 150, картон – від 250 до 450, папа – понад 600 г/м^2 ; у Швейцарії: папір – до 150, картон – від 160 до 700, папа – від 800 до 2400 г/м^2 . Деякі зарубіжні виробники пропонують класифікувати папір за масою 1 м^2 , товщиною та щільністю на тонкий, щільний, пухкий (1-, 2-, 3-кратного об'єму). Ось чому, на нашу думку, під час замовлення паперу слід оперувати його масою та властивостями, а не лише визначеннями: "папір" чи "картон" [5].

Для поліграфістів найважливішою ознакою класифікації паперу для друку є спосіб друку, для якого він призначений. Проведений аналіз літературних джерел дає змогу стверджувати, що за цією ознакою папір поділяють на 2 групи – з використанням друкарської форми (високий, плоский, глибокий, трафаретний) і без використання друкарської форми (електрофотографічний, електростатичний, струменевий, термографічний тощо). Важливим є поділ паперу за наявністю покриття: натуральний (без покриття), із поверхневим покриттям (пігментований, крейдований) і спеціальний (металізований, лакований, ламінований, парафіновий тощо). Папір із поверхневим покриттями має значну питому вагу в асортименті паперу для друку.

Пігментування та крейдування відрізняються між собою масою нанесеного покриття: для пігментованих видів паперу – до 7.0 г/м^2 , крейдованих – до 50 г/м^2 і більше [5].

Поверхнєве покриття можна наносити на один бік паперу-основи (однобічне покриття) або на два боки (двобічне покриття). Залежно від якості паперу товщина покриття найчастіше становить від 5 до 30 г/м^2 на один бік.

Крейдування може бути одно-, дво- та багат шаровим. Європейські виробники випускають папір із різною кількістю шарів крейдування. Технологія і порядок нанесення покриттів на фабриках істотно відрізняються, тому іноді, кажучи про один і той же папір, різні джерела вказують різну кількість шарів. Значний вплив на поверхнєві властивості паперу для друку має характер його поверхневого оздоблення, яке досягається застосуванням різних видів каландрів. Якщо поверхня виходить гладкою з обох боків, то такий папір називають папером машинної гладкості. Матовий папір проходить тільки машинне каландрування і найкраще задовольняє вимогам для друкування значних за обсягом тиражів. При необхідності папір додатково обробляють на суперкаландрі (каландрований або суперкаландрований). Каландрування паперу впливає на зменшення ступеня його проклеювання та повітропроникності [5].

У світовій практиці розповсюджена класифікація паперу для друку залежно від виду продукції – газетний, книжково-журнальний, спеціальний, а також іноді додатково виділяють в окрему групу крейдований (пігментований) папір. Хоча ця група виділена не за призначенням, а за наявністю покриття. До 20 % випуску всіх видів паперу й картону займає газетний папір. Зарубіжні виробники в його асортименті виділяють підвиди за складом і характером обробки поверхні [5] :

- MF (Machine Finished) – матовий папір машинної гладкості для високого й офсетного друку;
- MFS (Machine Finished Speciality) – папір із спеціальною обробкою, призначений для офсетного друку із застосуванням "гарячих" і "холодних" фарб;

- TDP (Telephone Directory Paper) – папір, призначений для офсетного або високого друку телефонних і адресних довідників, із поверхнею MF або MFS, білий чи кольоровий [5].

Папір із вмістом макулатури та недеревної сировини займає незначний сегмент на ринку паперу для друку. За ступенем проклеювання папір для друку поділяють на сильнопроклеєний, проклеєний, слабопроклеєний та непроклеєний. Для виробництва першого (картографічного, рекламного) вводять 2–3 % проклеювальних речовин від маси абсолютно сухого волокна; для виготовлення слабопроклеєного (типографського, офсетного) – 0.5–1.5 %. За вмістом масової частки золи папір для друку поділяють на [5] :

- малозольний (із зольністю до 5 %) – газетний та інші види паперу, де важливо зберегти механічну міцність;
- середньої зольності (із зольністю від 5 до 15 %) – офсетний та деякі види паперу для друку;
- високозольний (із зольністю понад 15 %) – типографський та інші види паперу, де важливо мати високі непрозорість і друкарські властивості. Вміст наповнювачів у них високий, проте повинен бути не більше 25–30 %.

Проклейка-фізико-хімічна обробка волокна для зниження гідрофільності паперу (гідрофобізуюча проклейка) і для покращення зв'язку між волокнами в папері (зв'язуюча проклейка). Для цього застосовують різні гідрофобізуючі і зв'язуючі проклеюючі речовини [6].

Для підвищення білизни, гладкості і зниження світлопроникності паперу в паперову масу вводять наповнювачі - білі порошковидні, нерозчинні в воді мінеральні речовини: каолін, сіркокислий барій, діоксид титану та ін. Частинки наповнювача механічно й адсорбційно утримуються волокнами паперу. Це надає йому рівномірну структуру і підвищує гладкість поверхні. Висока білизна наповнювачів підвищує білизна паперу. Відбиток на папері, який містить наповнювач, виходить більш чітким, книжковий блок більш щільним, з рівним і чітким обрізом, що надає книзі компактність, покращує її зовнішній вигляд [6].

Для підвищення якості паперу, надання йому відповідних якостей, товарного вигляду і забезпечення збереження при користуванні ним його піддають обробці. Як правило, всі види паперу піддаються каландруванню безпосередньо в папероробній машині - в її оздоблювальній частині. Для цього в машину після сушильної частини встроюють так званий «машинний каландр». Він складається з декількох металевих полірованих валів, розташованих один над одним. Проходячи між ними, папір стискається під їх тиском. Волокна зближаються, наповнюючись проникає між ними і заповнює нерівності поверхні. В результаті зменшується товщина і вирівнюється поверхня паперу, підвищується його однорідність по товщині, гладкість, щільність і знижується пористість. При необхідності папір піддається додатковій обробці в суперкаландрі. Він відрізняється від звичайного каландра тим, що металеві вали в ньому чергуються з валами із щільно спресованих паперових листів. Завдяки цьому суттєво підвищується гладкість паперу і його лоск [7].

Також для покращення зовнішнього вигляду і властивостей паперу в деяких випадках проводять крейдування. Покривний шар в вигляді суміші білих пігментів з плівкоутворюючим наноситься на поверхню паперу-основи в фарбуючих машинах [7].

Надлишок пігментно-фарбової суспензії видаляється гнучким шабером або повітряним струменем (повітряний шабер). Потім папір підсушується і каландрується. Папір може покриватися з однієї сторони або з двох сторін, одноразово або багаторазово [7].

Важливим аспектом в технології виробництва картону є досягнення високої якості продукції при ефективному використанні обладнання та забезпечення раціонального використання сировини та природної води. Одним із основних факторів підвищення продуктивності картоноробних машин є інтенсифікація процесу зневоднення маси при формуванні паперового полотна. Це питання вирішується за рахунок застосування хімічних добавок. Зокрема, вплив флокулянтів на швидкість зневоднення маси та каламутність підсіткової води при

використанні композицій. Для забезпечення високої якості продукції та зниження каламутності підсіткових вод використовують флокулянти типу "Полімін СК", що забезпечують флокуляцію дрібнодисперсних домішок в композиції (мікрофлокуляція) [8].

У процесі виробництва більшості видів паперу та картону до волокнистих речовин додають значну кількість мінеральних речовин, які називають наповнювачами. Наповнювачі поліпшують властивість картону - надають йому гладкості, м'якості, непрозорості, роблять його білим тощо. Більшість наповнювачів дешеві, ніж волокнисті речовини. Додавання наповнювачів до волокнистих речовин робить папір дешевим. Проте слід пам'ятати, що поліпшуючи одні властивості картону, наповнювачі погіршують інші, наприклад зменшують міцність. Для кожного виду картону додається оптимальна кількість певного наповнювача. Наповнювачі, що вводять у паперову масу, повинні мати високу білизну, високий коефіцієнт заломлення променів світла, щоб забезпечити більшу непрозорість, бути однорідними і дрібнодисперсними, хімічно інертними, нерозчинними у воді, добре утримуватись на волокні, бути доступними і дешевими [8].

Кількість вмісту наповнювача в папері визначають за показником масової частки його золи. Максимальний вміст наповнювача у папері, як правило, обмежується його зольністю 25--30% [8].

Найчастіше наповнювачами використовують каолін, тальк, крейду, сульфати барію та кальцію, діоксин титану, алюмосилікати тощо. Наповнювачі додають до паперової маси у вигляді суспензій. Це суміш найдрібніших твердих частинок і рідини, у якій вони містяться у звислому стані [8].

Каолін (глина білого кольору) - один з найважливіших наповнювачів паперу та картону [10]. Каолін - осадова порода, що складається з глинистого мінералу каолініту - $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$. Завдяки високій вогнестійкості, хімічній інертності, дисперсності і низької діелектричної проникності, каолін відноситься до найбільш універсальних видів мінеральної сировини, що використовується, як в сирому, так

і в збагаченому вигляді. Теоретичний склад каолініта включає Al_2O_3 - 39,5%, SiO_2 - 46,5%, H_2O - 14%. У природних умовах до них в незначних кількостях додаються домішки Fe_2O_3 , Mg, Ca, Na_2O , K. Розрізняють каолін залишковий (первинний), що залягає на місці свого утворення, і осадовий, перевідкладений (вторинний). Первинний каолін являє собою глинисті утворення, основою яких є мінерал каолініт. Крім каолініту до їх складу входять кварц, іноді мікроклін і гідрослюди. Вміст каолініту і кварцу в первинних каолінах коливається від 15 — 20 % до 70 — 90. Білизна каоліну переважно близько 90%.

Висока білизна і дисперсність каолінового концентрату використовують для наповнення і покриття вищих сортів паперу [10].

Тальк (кисла сіль метакреміневої кислоти ($3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$)) надає паперу м'якості, безшумності, підвищує адсорбцію друкарських фарб тощо.

Крейда (майже чистий карбонат кальцію (CaCO_3)) порівняно з каоліном і тальком біліша. Крейда надає паперу білизни, непрозорості, м'якості. Її використовують у процесі виробництва цигаркового паперу [8].

Синтетичний сірчаноокислий барій (BaSO_4) поліпшує білизну паперу. Зменшує його прозорість і надає блиску.

Діоксид титану (TiO_2) - дуже дорогий наповнювач, його вартість у 35-40 разів перевищує вартість каоліну. Його використовують під час виробництва дуже якісного непрозорого паперу [8].

Алюмосілікати отримують на основі рідинного скла та розчинних кальцієвих солей і солей алюмінію. Вони роблять папір білішим. Непрозорим та поліпшують друк. Тому їх часто використовують замість дорогих титанових та інших наповнювачів [8].

Проклеювання - це обробка волокон клейкими та смолянистими речовинами, які підвищують міцність та стійкість паперу до дії води. Рослинні волокна мають високу вбирну здатність, що обумовлено їхнього гідрофільною природою, тобто наявністю у них великої кількості вільних гідроксильних груп.

Тому для надання паперу і картону гідрофобності та покращенню інших властивостей їх проклеюють [8].

Розрізняють проклеювання в масі, коли речовини вводять безпосередньо у паперову масу під час підготовки до формування (виливання) паперу проклеювання на папероробній машині, коли проклеючі речовини наносять на вологий папір у початковій стадії його формування; поверхнєве проклеювання, коли проклеюють уже готове паперове полотно шляхом нанесення на його поверхню (з одного чи двох боків) розчину клею. Для проклеювання в масі застосовують гідрофобні (водовідштовхувальні) речовини [8].

За поверхневого проклеювання досягається значна економія проклеювальних речовин, однак тут є потреба у спеціальному обладнанні. Тому понад 55% усього паперу і картону, що виготовляється, проклеюється у масі. Інколи застосовують два методи одночасно. Існує три види проклеювальних речовин, які [8] :

- надають гідрофобність (каніфоль і її різні модифікації, парафін, стеарати, воски, силікони та інші.);
- підсилюють гідрофобність і одночасно збільшують міцність (тваринний клей, крохмаль, казеїн, латекси і інші.);
- забезпечують вологостійкість (водамін, карбамідо- і меламінформальдегідні смоли).

Найбільше поширення одержали різні види клею на основі каніфолі. Каніфоль - це тверда смола, яку отримують з соснової смоли (живиці). Каніфоль не розчиняється у воді, тому для проклейки використовується не сама каніфоль, а різні види клею, що одержують шляхом її взаємодії з лугами. Залежно від витрат лугу, відбувається повна чи часткова нейтралізація смоляних кислот каніфолі і забезпечується її розчинення й хороше емульгування у воді [8].

Каніфольне проклеювання збільшує гідрофобність паперу, а фізико-механічні показники під час цього знижуються, оскільки клеєві частинки, розміщуючись на волокнах, заважають утворенню між волоконних зв'язків між

гідроксильними групами сусідніх волокон. Встановлено, що введення каніфольного клею у кількості до 15% від маси волокна на міцність паперу практично не впливає, однак за більшої кількості клею міцність знижується. За використання каніфольного проклеювання відбувається і деяке зниження білості паперу і картону на 2--15%. Зараз гостро стоїть питання про заміну дефіцитної каніфолі різними видами синтетичних речовин, серед яких найбільший інтерес мають як нафтенopolімерні смоли, димери алкілкетонів, співполімери акрилової кислоти, малеїнового ангідриду та інші [8].

Сьогодні такі відомі фірми як "Байєр", "БАСФ", "Геркулес" та інші. значну увагу приділяють розробленню спеціальних клеїв, що надають паперу більшої міцності у вологому стані і водночас збільшують силу втримування пігментів і барвників. Наукові дослідження в галузі дали змогу розробити різні види поліамідів аміноепіхлор гідринових (ПААЕ) смол. Вони добре втримують неорганічні пігменти та дрібні частинки паперової маси, збільшують вологостійкість паперу у вологому стані. Смоли даного типу виготовляють переважно у вигляді 10--25% водних сумішей. Гарантійний термін зберігання розчинів ПААЕ-смол, зазвичай, не більше трьох місяців при температурі до 20 °С. Найчастіше використовують надавін ЛТ і надавін ЛТН (фірма "Байєр"), Люрезін КУ (фірма "БАСФ"), Кюмене 557 (А/О "Геркофінн"). Для деяких видів паперу (наприклад для друку) до їхньої композиції вводять мінеральні наповнювачі [8].

1.2 Вирішення технологічних проблем виробництва картону макулатурного з пігментованим покриттям

Перероблення вторинних волокон – це економічна і технічна дійсність для паперової індустрії, яка серед інших галузей промисловості посідає одне з провідних місць з перероблення використаних виробів. Нині домінуючим способом очищення макулатурної маси від друкарської фарби є флотація. Облагородження макулатури за допомогою флотації дозволяє глибоко переробляти

друкарські види макулатури і замінювати нею досить дорогі «білі» напівфабрикати. Комплекс технологічних процесів обробки макулатурної сировини, що забезпечують максимальне відділення і видалення частинок друкованої фарби, зольних і клейових елементів з макулатурної маси (далі ММ), а також знебарвлення і підвищення ступеня білості вторинних волокон, називають облагороджуванням (deinking) [9]. Облагороджування дозволяє отримати високоякісний волокнистий напівфабрикат для виробництва друкованих, санітарно-побутових та інших видів паперу [10].

Основна мета процесу облагороджування маси вторинних волокон з задрукованої макулатури – відновлення її білості і чистоти до рівня, що забезпечує можливість заміни ними первинного вибіленого целюлозного волокна. Основними процесами при облагороджування ММ є промивка і флотація. До них примикає і процес вибілювання ММ. Ці процеси вимагають додаткового обладнання і використання допоміжних хімічних речовин, що помітно підвищує собівартість одержуваної маси [10].

Флотація є метод видалення забруднень, заснований на здатності гідрофобних частинок забруднень прикріплюватися до бульбашок повітря і переміщатися разом з ними до поверхні суспензії. У розведену масу подають повітря, який, піднімаючись на поверхню у вигляді бульбашок, попутно захоплює гідрофобні частинки фарби, крейдованих покриттів, наповнювачів, липких забруднень, а гідрофільні волокна залишаються в суспензії. Суміш бульбашок повітря і гідрофобних частинок з водними прошарками утворює піну, яку видаляють з поверхні маси за допомогою скребків, переливу або вакуумного відсмоктування[10].

Флотаційна камера типу EcoCell фірми Voith виконана у вигляді еліптичної труби з окремими осередками, оснащена інжектором типу CF із ступінчастим дифузоровим і має другу ступінь флотації для зменшення втрат волокна. Ця камера дозволяє: ефективно видаляти частинки фарби, липких забруднень і наповнювачів

розміром $5 \div 500$ мкм; використовувати її в широкому діапазоні навантажень; видаляти зольні елементи завдяки двоступеневої конструкції [15].

Липкі речовини – це гідрофобні пластичні речовини різної ступеня клейкості. До їх складу входять компоненти сполучних друкованих фарб, частки Вологостійка смола, воску, парафіну, клейові частки, латекси і інші адгезивні речовини. Ці частинки являють певну проблему при сортуванні, так як не мають стабільної форми, тобто можуть легко деформуватися при наявності підвищеного тиску, і схильні до подрібнення при інтенсивних зсувних зусиль. Діапазон розмірів липких частинок становить від 0,1 мкм до 1,0 см.

Для можливості виведення липких мікрочастинок з паперовим полотном необхідно підтримувати їх в диспергованому стані (наприклад, ТДУ) і дати їм можливість зв'язуватися з волокнами ММ [10].

Перспективною технологією обробки маси є використання речовин з групи ензимів (ферментів) типу естераза для зменшення липких властивостей клейових частинок. Дія ензимів полягає в обмеженому гідролізі, що протікає в поверхневих шарах волокон, до яких прикріплюється друкарська фарба в процесі друку. Гідроліз ефірних зв'язків знижує липкість і розміри цих частинок. Це перетворює макрочастки липких забруднень в мікрочастинки [10].

Крім того, одночасно відбувається інтенсифікація процесів відділення клейових частинок від волокон, що створює додаткові можливості їх видалення в подальшому [10].

Для кращого формування картонного полотна пропонується фірмою "Voith" демонтувати вакуум-формуючі пристрої, технічні можливості яких не дозволяють збільшити продуктивність КРМ, товщина картону, що виробляється з не рівномірним профілем по ширині, що впливає на наступну обробку і переробку картону. Вакуум-формуючі пристрої, при збільшенні швидкості, не здатні забезпечити якісного формування шарів картону без втрати фізико-механічних показників і зовнішнього вигляду картону [15].

Встановлення плоско-сіткових формуючих частин машини, збільшує ефективність зневоднення шарів картону.

Багат шарове формування на плоско-сіткових формуючих пристроях дозволяє раціонально вирішувати такі технічні завдання:

- можливість зниження концентрації маси в напускному пристрої;
- підвищення ступеня мливу волокна для роботи в оптимальній зоні міцності;
- плавне зневоднення кожного шару при одночасному зростанні сухості в кінці формувань;
- підвищення швидкості і продуктивності КРМ;
- можливість зміни складу по волокну в окремих шарах з метою здешевлення композиції при збереженні гарного зовнішнього вигляду картону і високих характеристик механічної міцності;
- підвищувати якість картону при збереженні тієї ж продуктивності, отримувати картон вищих марок за рахунок високоякісного формування елементарних шарів [15].

Розвитку машинного крейдування картонів також сприяє метод непрямого нанесення крейдової пасти (плівкове крейдування), який не робить такого сильного тиску на полотно, як пряме (шаберне) крейдування. Метод плівкового крейдування забезпечує рівномірне покриття, але його недоліком є те, що крейдоване покриття повторює контури поверхні паперу, що призводить до підвищення шорсткості паперу. Цей ефект посилюється розшаруванням плівки при виході з крейдувальної установки [15].

Щоб усунути всі ці обмеження, в якості заміни повітряного ножа був встановлений агрегат для плівкового крейдування, зокрема клеїльно-крейдувальний прес Speedsizer з прецизійним випускним каналом, що є неодмінною умовою досягнення рівномірних профілів покриття в поперечному і машинному напрямку, що включає ефективну систему видалення шару повітря, а також модифікацію системи провідки полотна, кліматичний ковпак і оптимізацію

інфрачервоного сушіння, щоб домогтися додаткового підвищення швидкості та економії енергії [15].

Нанесення верхнього шару покриття за допомогою клеїльно-крейдувального пресу Speedsizer помітно покращує показники покриваності і рівномірності покриття. Крім поліпшення оптичних характеристик виявилось, що в порівнянні з повітряним ножом кінцева гладкість залишається незмінною. Крім того, покращилася площинність картону, тому що тепер в полотно потрапляє менше вологи з крейдувальною пастою [15].

У всьому діапазоні швидкостей прес Speedsizer працює з крейдувальною пастою з концентрацією приблизно 60%. Таке помітне збільшення концентрації дозволяє істотно скоротити енерговитрати на нанесення шару покриття – більш ніж на 40 % завдяки більш високій концентрації крейдувальної пасти [15].

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристики вихідної сировини та готової продукції

Макулатура паперова і картонна класифікується в залежності від її складу на чотири групи [11]:

- А – макулатура з високими паперотворними властивостями;
- Б – макулатура з середніми паперотворними властивостями;
- В – макулатура з низькими паперотворними властивостями;
- Г – макулатура, яка важко розпускається.

Масова частка домішок макулатури інших марок повинна бути не більше ніж: для марок МС-7Б-1 та МС-7Б-2 – 5 % марок МС-8В-1, МС-8В-2, МС-8В-3; для марок МС-5Б-2 та МС-5Б-3 – 5 % марок МС-6Б-1, МС-6Б-2, МС-6Б-3.

Допустимо, за погодження зі споживачем, домішки марок макулатури з більш високими паперотворними властивостями масовою часткою не більшою ніж 10%.

Вологість макулатури всіх марок не має перевищувати 15.0 %.

Розраховують масу партії макулатури за умов вологості макулатури 12,0%.

Якщо вологість макулатури становить більш ніж 15 %(за повітряно-сухою масою волокна), то недостача волокна по масі з урахуванням надлишкової вологості має бути відшкодована споживачу-згідно, з методами відбору проб і випробування, які узгоджені між зоготівельником і споживачем [11] .

Макулатура не повинна містити папір і картон, зібрані в лікувальних і зооветеринарних установах, на підприємствах, що виготовляють або використовують отруйні та токсичні речовини, крім їхньої архівно-офісної документації, а також зібрані на сміттєвих звалищах, у сміттєпроводах [11].

Для виготовлення картону DivoLiner використовується наступна сировина:

- макулатура картонна і паперова згідно з ДСТУ 3500 (МС-5Б-2 з відходами ЗГТ; МС-5Б-3; МС-6Б-3 з відходами картонного виробництва; МС-7Б-1 або

альтернатива МС-7Б-2; МС-7Б-2.1 та МС-8В-3) крім марок МС-9В, МС-10В, МС-12Г, МС-13Г, МС-14Г та згідно з ДСТУ EN 643 [11].

Картон макулатурний з пігментованим покриттям має відповідати вимогам стандарту ТУ У 17.1-05509659-035:2017 [12]. Цей картон призначений для виготовлення плоских шарів гофрованого та мікрогофрованого картону з багатокольоровим друком, що використовується для виготовлення тари для харчової та промислової продукції; для виготовлення кашированого картону та виготовлення упаковки для харчової та нехарчової продукції [12].

Картон виготовляється марок LIN, dLIN, cLIN, xLIN. з торговою маркою DivoLiner.

Картон марок LIN та dLIN згідно європейської класифікації відноситься до "Fully coated white lined chipboard (WLC) with grey back/CD", а картон марок cLIN та xLIN відноситься до "Light coated weight lined chipboard (LWC)" [12].

Показники картону макулатурного з пігментованим покриттям марки LIN наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1- Показники картону макулатурного з пігментованим покриттям марки LIN

Назва показника	Норма для марки LIN			Методи контролювання
	Торгова марка DivoLiner			
1.Маса картону площею 1м ² , г	200 ^{+5/-10}	235 ^{+5/-10}	250 ^{+5/-10}	Згідно з ДСТУ 2297 (ГОСТ13199)
2.Товщина, мм	0,23 ^{±5.0%}	0,26 ^{±5.0%}	0,28 ^{±5.0%}	ДСТУ EN 20534
3.Абсолютний опір продавлюванню, кПа	380 ^{-20%}	445 ^{-20%}	450 ^{-20%}	Згідно з ДСТУ ISO 2759
4.Зусилля стиснення на короткій відстані у поперечному напрямі SCT, кН/м	2,80 ^{-10%}	3,29 ^{-10%}	3,63 ^{-10%}	Згідно з 6.9 цих технічних умов, ISO 9895
5.Білість поверхневого шару,% не менше	84			ДСТУ ISO 2470-2
6.Шорсткість за Паркером п/ш, мкм	3,0			ДСТУ 2470

Поверхневий шар картону виготовляється нанесенням на покрівельний шар пігментованого покриття [12]:

- одношарового у разі виготовлення картону марок cLIN, та xLIN;
- двошарового для картону марки dLIN;
- тришарового пігментування для картону марки LIN.

Для виготовлення пігментованого покриття використовуються хімікати;

- каолін фракціонований збагачений для виробництва паперк та картону;
- карбонат кальцію виробництва зарубіжних фірм;
- натрій карбоксиметилцелюлоза виробництва зарубіжних фірм;
- оптичний вибілювач виробництва зарубіжних фірм;
- бутадієн – стирольні латекси виробництва зарубіжних фірм.

Для проклеювання нижнього та покрівельного шару пігментованого шару картону-основи використовуються:

- синтетичний клей на основі сополімерів стиролу та акрилату виробництва зарубіжних фірм;
- крохмаль кукурудзяний згідно з ДСТУ 3976.

Всі хімікати повинні мати дозвільні документи або паспорт безпеки та сертифікат якості [12].

Дисперсія каоліну KP-85 Ultra застосовується як наповнювач у паперовій промисловості і має відповідати показникам сертифікату якості згідно з ТУ У 14.2-30574526-002:2008/ ТУ У 14.2-30574526-002:2008 [13].

Показники дисперсії каоліну KP-85 Ultra наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2-Показники дисперсії каоліну KP-85 Ultra.

Найменування показника	Норма
Білизна (коефіцієнт відбиття), % не менше	85,0
Залишок на сітці %, не більше	0,002
Масова частка вологи, % не більше	15
Концентрація водневих іонів (рН) водної витяжки каоліну	6,5-8,5

Фіксатор Полімін СК (Polimin SK) – дозволяє значно підвищити утримання волокон і наповнювачів на сітці папероробної машини в діапазоні рН від 4,0 до 7,5 і одночасно прискорити зневоднення маси, що призводить до зростання продуктивності. Виходячи з цього, даний продукт рекомендується використовувати, перш за все, для паперових мас з поганим зневодненням, що містять деревину/або макулатуру. Полімін СК за хімічною характеристикою є модифікованим поліетіленіміном, розчинний у воді.

Застосування Полімін СК не викликає проблем з його додаванням в паперову масу або стічні води. Нерозбавлений продукт подається дозуючим насосом в змішувач Lusar або статичний змішувач і завдяки цьому він безперервно розбавляється до необхідної концентрації 0,1-0,5 %. Такий ступінь розведення речовини необхідно для швидкого змішування продукту з паперовою масою або стічними водами.

Водна дисперсія стиренакрилатного сополімера Fennosize S C28 -

застосовується, як хімікат для поверхневого проклеювання паперу та картону.

Він може застосовуватися у звичайному клеїльному пресі, плівковому клеїльному пресі або на аналогічному устаткуванні для поверхневого проклеювання. Звичайної температури сушильної частини паперової машини буде достатньо для розвитку повного проклеювання; додаткового дозрівання проклеювання не потрібно. Звичайно, не завжди, продукт застосовується разом з крохмальними розчинами від низької до середньої в'язкості. Fennosize S C28 дозується періодично або безперервно в циркуляцію клеїльного пресу. Рівень дозування 0,2-0,8% від ваги паперу або картону на накаті, в залежності від типу застосування і потрібного ступення проклеювання. Fennosize S C28 застосовується на клеїльних пресах при температурах в циркуляції до 80°C, але бажано близько 65°C. Продукт застосовується в широкому діапазоні значень рН-від 3 до 8. Перед застосуванням Fennosize S C28 рекомендується перевірити його на сумісність з іншими добавками, які використовують на клеїльному пресі. .

Fennosize S C28 потрібно зберігати в закритих контейнерах або ємностях при температурах від +5°C до +35°C. Заморожування або швидке нагрівання псують продукт. Властивості продукту наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Властивості Fennosize S C28

Тип продукту	Стирен-акрилатний полімер
Зовнішній вигляд:	Трішки мутна дисперсія
Іоний характер:	Катіонний
Вміст активного:	29-31%
pH	2,5-4,5
Щільність	1000-1060 кг/м ³
В'язкість	<100 мПв*с

Ферментний препарат Enzunk - використовується, як барвник для паперу та картону, а також, як продукт для фінішної обробки та просочення; включаючи відбілювання та інші технологічні добавки. Препарат покращує властивості целюлозно-паперового волокна.

Enzunk представляє собою спеціально підібрану суміш декількох ферментів, які використовують для ефективного видалення барвників, засмічення і золи з поверхні вторинних волокон (макулатурної маси). Ефективність ферментів залежить від pH і технологічних умов переробки картону на різних типах устаткування. Крім того, продукт може застосовуватися для вирішення широкого спектру завдань по переробці паперу, картону. Ці завдання включають в себе покращення якості листа (має чисту поверхню), що дозволяє використовувати сировину більш нижчої якості. Більш того, що поверхня волокна вільна від засмічення, то устаткування по дейкінгу може працювати більш ефективніше зі зниженням втрат волокна, що приводить до збільшення виходу готової продукції. Enzunk застосовується в гідророзбивачі разом з водою для розбавлення

макулатурної маси на початку кожного циклу розволокнення, в якому енергія перемішування може використовуватися для збільшення активності ферментів.

Продукт працює найбільш ефективно при нейтральних рівнях рН. Він сумісний з полімерами для висвітлення води, реагентами вибілювання. Enzunk потрібно зберігати в закритих контейнерах або ємностях, уникати заморожування.

2.2 Дослідження впливу хімічних допоміжних речовин на показники картону макулатурного із пігментованим покриттям

Технічні перетворення останніх десятиліть, в тому числі розвиток техніки друкування, інтенсивне впровадження електронної техніки та інформаційних технологій, зміна умов, стилю роботи і побуту, внесли певні зміни в асортимент паперової продукції. Результатом цього стала поява нового класу паперу для виготовлення плоских шарів гофрованого та мікрогофрованого картону з багатокольоровим друком, що використовується для харчової та промислової продукції, а також значне розширення асортименту і збільшення обсягу виробництва суперкаландрованого, легко крейдованого, крейдованого паперу, пакувальних видів паперу, тарного картону з покривним шаром для друку, паперу санітарно-гігієнічного та медичного призначення та деяких інших [13].

Раціональне використання природних ресурсів та охорона навколишнього середовища – одне з основних напрямів розвитку лісопромислового комплексу. Найбільш істотним способом підвищення комплексності використання деревної сировини є зростання споживання макулатури, як вторинного волокна у виробництві паперу і картону. Цьому ж сприяють посилення екологічних вимог, зокрема, повної утилізації твердих відходів целюлозно-паперової промисловості.

Обсяги переробки і споживання макулатурної сировини у виробництві паперу і картону в більшості розвинених країн постійно зростають. Використання макулатури, як вторинного волокна сприяє економії деревини, знижує собівартість паперової продукції і навантаження на навколишнє середовище. Однак

використання макулатурної маси обмежена зважаючи на втрату якості (погіршення міцності), а також наявність домішок, забруднень та інших небажаних складових.

Відповідно до цього, головними цілями підготовки макулатурної маси є видалення забруднень і відновлення паперотворних властивостей волокон і видалення забруднень [14].

У макулатурній сировині можуть міститися частинки друкарської фарби, які не видалилися з макулатурної маси в процесі очищення, сортування, диспергування та при інших технологічних операціях. Видалення з волокнистої суспензії частинок друкарської фарби, попередньо відокремлених від волокон під час диспергування, а також подальше знебарвлення або вибілювання макулатурної маси займають важливе місце в технології переробки макулатури при отриманні високоякісного напівфабрикату, що застосовується при виробництві крейдованих видів паперу.

Видалення друкарської фарби зазвичай здійснюється в процесі переробки суміші газетної і журнальної макулатури з вмістом механічної деревної маси, а також з офісної макулатури без вмісту механічної деревної маси. У цьому випадку використання макулатури нижчих марок, таких як пакувальні види паперу і картону, небажано, оскільки при цьому значно знижується білість макулатурної маси [15].

Флотація являє собою технологічну операцію з очищення волокнистої суспензії, засновану на здатності гідрофобних частинок домішок прикріплюватися до бульбашок повітря і переміщатися разом з ними до поверхні суспензії [15].

Ензими – ліпаза, естераза, пектиназа, геміцелюлози, целюлоза – найбільш ефективні для видалення органічних барвників – тонуючих речовин. Вони сприяють подрібненню часток друкарської фарби і перешкоджають їх повторному осадженню на волокнах.

Перевагою використання ензимів є можливість виключення з технологічної схеми переробки макулатури операцій згущення, повторної флотації (постфлотації) і промивання макулатурної маси, що знижує витрати на обладнання для переробки макулатури. Застосування ензимів дозволяє зменшити витрату вибілюючих реагентів і, отже, витрати на очистку виробничої води. Макулатурна маса, оброблена

ензимами, характеризується зниженням водоутриманням, що дозволяє збільшити швидкість КРМ [15].

Використання ензимів стримується їх високою вартістю. Промислове впровадження обробки макулатурної маси ензимами вимагає розробки варіантів їх складу залежно від конкретних умов підприємства, використання нових технологій ферментації і очищення, а також збільшення загального обсягу їх виробництва [15].

В процесі виробництва книжково-журнальної продукції, картонних виробів застосовують синтетичні плівки з полівінілацетату, поліметілакрилат або сополімерів стіролбутадієна тощо. Впровадження нових способів друку і підвищення швидкості друкованих машин вимагало застосування швидко висихаючих фарб, які виробляються на основі синтетичних смол, нерозчинних у воді. Для додання паперу і картону, властивостей водо- і жиронепроникності здійснюється гідрофобізіруюча обробка шляхом просочення паперово-картонних виробів або нанесення на їх поверхню нерозчинних проклеювальних речовин: бітуму, воску, парафіну і т.д [16].

Технологічна лінія ПрАТ «Київський КПК» з виробництва картону тарного макулатурного із пігментованим покриттям має у технологічному потоці підшару КДМ-1 флотаційну установку для видалення друкарської фарби з макулатурної маси. Для підвищення ефективності флотації в масу подають хімічні допоміжні речовини, зокрема ензими. Разом з тим, впродовж останніх років після введення установки в експлуатацію спостерігалися такі технологічні труднощі у роботі потоку підшару: проблеми зі зневоднюванням на згущувачі і зневоднювальному обладнанні, неефективне видалення друкарської фарби.

З метою підвищення ефективності видалення друкарської фарби, підвищення білості картону, проводилися експериментальні дослідження додавання ензимів на флотаційну установку та диспергатор та дозування дисперсії каоліну, в машинний басейн.

Об'єктами дослідження виступали такі стадії технологічного потоку:

1. Флотація;

- 2.Диспергування;
- 3.Система короткої циркуляції в обсязі оборотної води підшару;
- 4.Формувальна частина КРМ;
- 5.Крейдуння.

Проведені дослідження із дозування ензимів показало, що крім підвищення ефективності роботи флотаційної установки поліпшилось зневоднення на дисковому фільтрі, сітковому пресі ТДУ і формувальному пристрої.

Оцінювалася робота флотаційної установки із використанням ензимів і без них. Залежність білості відливків картону із макулатурної маси з використанням ензимів і без них наведено на рис.2.1.

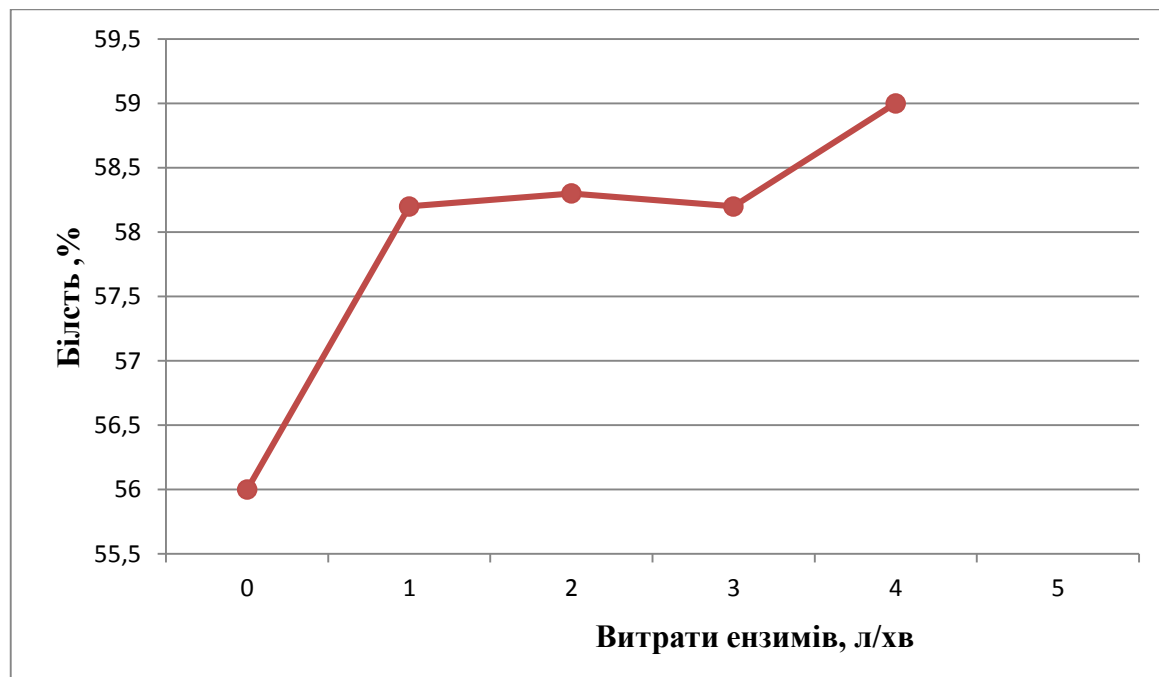


Рисунок 2.1 – Залежність білості картону із макулатурної маси від витрати ензимів

Приготування макулатурної маси вимагає її розведення на початку технологічного процесу з видаленням забруднюючих речовин і подальшим згущенням. Фільтрат що утворився на етапі згущення використовується для розведення макулатурної маси в ГРВ на розволокнення макулатури. Таким чином, утворюється циркуляційна система по воді в межах системи підготовки волокнистої маси [17].

У ході диспергування відбувається руйнування частинок друкарської фарби та тонуючих речовин до розмірів, невидимих неозброєним оком; розм'якшення легкоплавких не волокнистих домішок і їх рівномірний розподіл на волокнах в такому стані, при якому вони не роблять шкідливого впливу на процес виробництва паперу і картону.

Розмелювання і диспергування є ефективними способами підвищення якості макулатурної маси і поліпшення безобривності роботи КРМ. Безперервне вдосконалення технології переробки макулатури призводить до їх взаємозамінності[18].

Наприклад, у вузлі диспергування макулатурної маси фірми Andritz підігрів і подача макулатурної маси в диспергатор об'єднані в одному компактному апараті. У порівнянні з традиційними системами вузол диспергування макулатурної маси фірми Andritz займає меншу площу, а зменшення кількості обладнання призводить до зниження витрат на експлуатацію та технічне обслуговування від 35 до 40 % [18].

Залежно від вимог, що пред'являються до макулатурної маси, у вузлі диспергування фірми Andritz застосовуються дисковий диспергатор типу CompaDis™ або розтираючий диспергатор типу TwinKneader™, що виконують основну задачу по відділенню частинок друкарської фарби і липких домішок від волокна.

Кожен шар має свою систему підготовки маси і, відповідно, свій внутрішній водооборот, і свій водооборот з машиною. Відмінною особливістю машини є сіткова частина, де формування полотна проводиться на формувальних циліндрах. Сухість утвореного елементарного шару знаходиться в діапазоні 10-12%. Після формування всіх шарів полотно проходить зворотний прес і, після гауч-вала, передається в пресову частину. Вся вода з гауч-вала і пресової частини зі своїх водовідокремлювачів потрапляє в каналізацію слабких стоків машини. Водяна система машини, таким чином, втрачає воду. Для збереження та повернення оборотної води в систему передбачається встановлення нових сіткових формувальних пристроїв та пресової частини [18].

Новітні технології встановлюють нові стандарти у виробництві крейдованих друкованих видів картону – вбудованої секції крейдування на КРМ, оскільки, поряд з меншими інвестиційними витратами, дана реконструкція відрізняється більш низькими експлуатаційними витратами [19].

Для забезпечення мінімальної різносторонності картону, високої сухості після пресової частини при мінімальній втраті пухлості і максимальній ефективності пропонується встановити прес TandemNipcoFlex. Така концепція пресової частини – новинка на ринку виготовлення крейдованих картонів, як і вбудована секція крейдування [19].

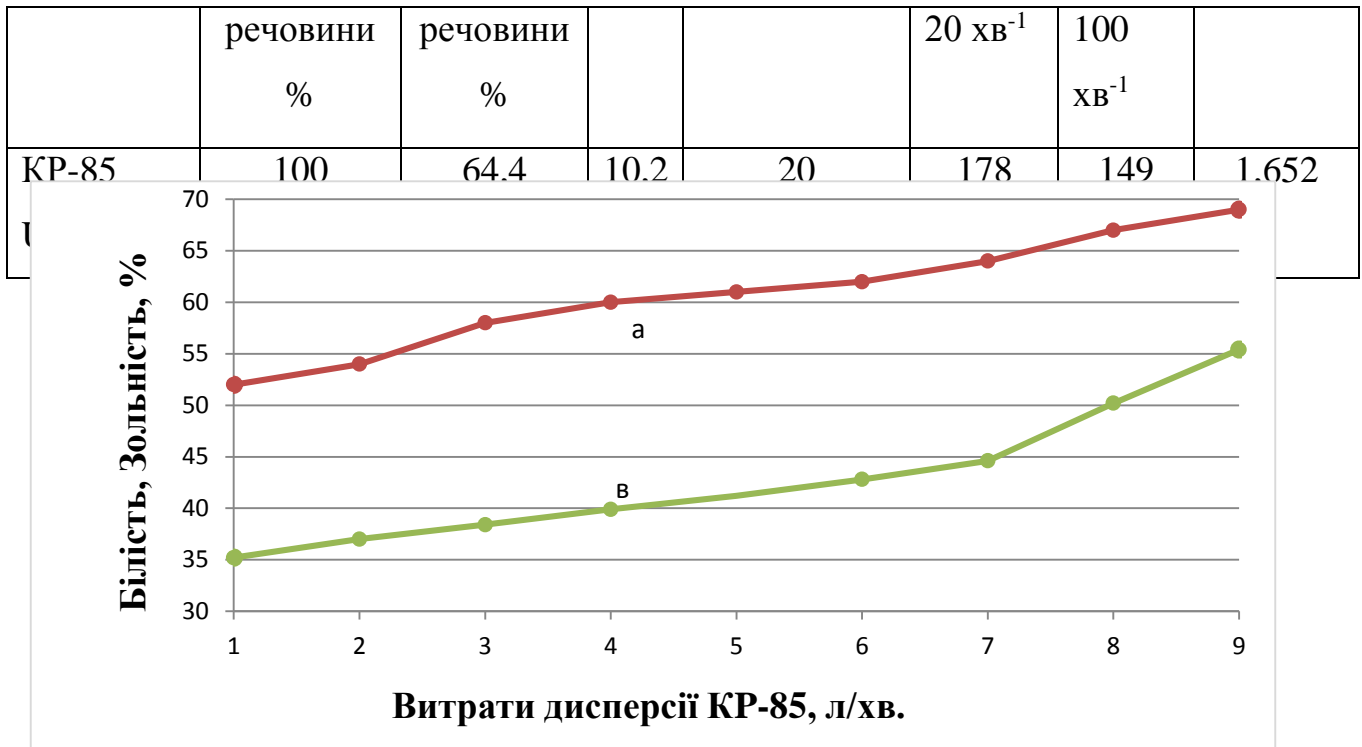
За даними картон-основа повинна мати розривну довжину в машинному напрямку не менше 5 км і опір зламові не менше 20 подвійних перегинів (в поперечному напрямку) [20].

Білість картону-основи має велике значення, так як визначає білість більшості видів готового крейдованого паперу і картону. Це обумовлено тим, що маса покриття, що наноситься, як правило, недостатня для повного його впливу на білість паперу і картону-основи. Тому для наповнення маси підкладкового шару та підвищення білості підкладкового верхнього шару картону-основи, а також поліпшення рівномірності верхнього шару картону та якості друку шару картону та якості друку [20]. Було проведено дослідження з використання дисперсії каоліну КР-85 Ultra для наповнення маси підкладкового шару та підвищення білості підкладкового верхнього шару картону-основи, а також поліпшення рівномірності верхнього шару картону макулатурного з пігментованого покриття.

Дані параметрів каоліну КР-85Ultra наведено в табл.2.1

Таблиця 2.1 – Дані параметрів дисперсії КР-85 Ultra

Рецептура	Масова частка абсолютно сухої	Масова частка сухої	pH	Візкозиметр сек	Динамічна в'язкість з Брукфільдом (23°C), мПа*с	Густина г/см ³



На рис. 2.2. наведено залежності білості та зольності підкладкового верхнього шару картону-основи від витрат дисперсії каоліну.

Рисунок 2.2- Залежність білості (а) та зольності (в) картону від витрат дисперсії каоліну

Для зменшення ступеня поглинання зв'язуючого друкарських фарб картон проходить проклейку – або в масі, або на стадії обробки. Процедура внесення проклеюючи речовин в волокнисту масу називається внутримасним проклеюванням. У разі якщо проклейка проводиться на завершальній стадії виробництва картону на клеїльному, вона називається поверхневою. Така проклейка проводиться клеїльними пресами, що забезпечує зниження ймовірності вищипування волокон в процесі друкування [21].

Свої особливі поверхневі властивості крейдований картон набуває після фінального каландрування. Цей процес аналогічний каландруванню паперу основи. Сучасна технологія пропонує каландри з регульованим зусиллям притиску кожного вала. Крім того, вали покриті пластиком, що робить каландрування більш «м'яким». За допомогою таких каландрів досягається кращий компроміс між гладкістю і пухкістю паперу.

Однак існують картонні машини, в яких дворазове крейдування відбувається шляхом послідовного дворазового нанесення покриття. При цьому друге покриття наноситься або на вже висушене перше – метод нанесення «вологим по сухому», або без сушіння першого – «вологим по вологому». Трьох і більше кратне покриття виходить при комбінованому крейдованого паперу на вбудованих в картоноробну машину і на окремо розташованих пристроях. Перший шар наноситься на вологу основу, що збільшує адгезію шарів. Він є свого роду «грунтовкою», на яку наступні шари лягають значно рівномірніше, що збільшує механічну міцність покриття.

Перший шар, що наноситься всередині картоноробної машини (машинне крейдування) дуже незначний по своїй масі – близько 4 г/м². Другий шар набагато вагомніше першого, литий крейдований шар напильється за допомогою ряду форсунок, що забезпечує більш рівномірне нанесення.

2.3 Рекомендована технологічна схема виробництва картону макулатурного з пігментованим покриттям

Рекомендована технологічна схема виробництва картону макулатурного з пігментованим покриттям з урахуванням запропонованих змін та інновацій наведена на рис. 2.3.

2.3.1 Опис технологічної схеми виробництва картону

Підготовка макулатурної маси

Підготовка маси відбувається трьома окремими потоками:

- 1) потік поверхневого шару;
- 2) потік середнього шару;
- 3) потік нижнього шару.

Потік поверхневого шару

Паки макулатури марок МС-7Б-2-1, МС-8В-3, МС-7Б-1, МС-7Б-2 автотранспортом подаються на пластинчастий транспортер. Розволокнення макулатури здійснюється в гідророзбивачі високої (Pulper HDC 18) (1) при масовій частці волокна 16 %. В гідророзбивач високої концентрації, з метою підвищення ефективності облагородження маси поверхневого шару, дозується ферментний продукт – Ензінк.

Розволокнена маса періодично вивантажується, розбавляється водою і подається у турбосепаратор (Fiberizer F-2-P) (4). Турбосепаратор призначений для дорозпуску і грубого сортування макулатурної маси з масовою часткою волокна 4,5 %. Важкі забруднення видаляють, а легкі відходи надходять в сортувальний барабан (2), який представляє собою циліндр, що обертається. Отвори сортувального барабана поділяють об'ємний потік на дві фракції. Суспензія з частинками, розмір яких менше діаметру отворів, повертається на вхід турбосепаратора. Більші і частинки відмітаються спірском і надходять у систему видалення відходів. Очищена маса з турбосепаратора насосом подається в приймальний басейн (5), в якому при перемішуванні, витримується деякий час, протягом якого волокна набухають. Далі маса подається на вихровий очищувач високої концентрації (6) призначений для видалення забруднень, в тому числі високоабразивних важких включень з метою максимального зниження зносу роторів, сортувальних плит, сортувальних сит і гарнітур. Після очисника суспензія з масовою часткою волокна 4,0 % надходить на сортувалку мультисортер (Multisorter MSM) (7) а відходи з мультисортера направляються на двохзонну

щілеву напірну сортувалку Screen One (8). Вона не вимагає додаткових допоміжних пристроїв, великих вкладень і характеризується низьким споживанням енергії.

Маса після очищення на Multisorter MSM, розбавляється до концентрації 1 % і подається на двохступеневу флотаційну установку EcoCell (9), а відходи надходять в басейн відходів (10), звідки очищена маса також подається на другий ступінь флотаційної установки EcoCell (11), а відходи надходять у відвал. На вхід першого ступеня флотаційної установки, з метою відділення фарби та покращення білості макулатурної маси, дозується ферментний продукт – Ензінк.

Маса після I ступеня флотаційної системи через змішувальний насос (12), на вхід якого також надходить очищена маса з другого ступеня центриклинерів з концентрацією 0,7 % подається на очищення від включень не волокнистого характеру у вигляді піску та інших дрібних абразивних частинок, на систему «ЕкоМайзер» (13). Система очистки складається із трьох ступенів вихрових конічних очисників (центриклинерів) і скомпонована за класичною схемою. Звідки відходи з першого ступеня очищення насосом подаються на вхід другого ступеня, після очищення маса другого ступеня повертається на вхід першого ступеня. Відходи другого ступеня поступають на третій ступінь, очищена маса із якого повертається на вхід другого ступеня.

Маса після I ступеня очищення центриклинерів направляється на тонке сортування, яке проходить в два ступені: перший – сортувалка мультискрін (14), другий – сортувалка мінісортер (15). На даних сортувалках встановлені сита з щілинами 0,20 мм, що дозволяє видалити з волокнистої маси такі забруднення, як клейкі включення, костриця, товщина яких незначно перевищує товщину волокон.

Після сортування, очищена маса, направляється на згущувач (16), де волокниста маса згущується до 10,0 %. Після згущена маса поступає у басейн згущеної маси (19), звідки надходить на термодисперсійну установку (17), а відходи з 2-го ступеня направляються у відвал. В робочу зону диспергатора подається ензим для поліпшення показників білості паперової маси, у кількості 0,2-0,5 кг на тону.

Згущення необхідне для наступного процесу диспергування, де для досягнення ефективності і економічності необхідна концентрація маси 30 %.

За рахунок інтенсивного тертя, а не за рахунок рубання волокон, диспергатор виконує наступні функції:

- розділення пучків волокон на окремі волокна;
- відділення залишків друкованої фарби;
- зменшення частинок клейких включень;
- технологічна обробка волокон.

Маса після диспергування і розбавлення з оборотною водою до концентрації 3,6 % надходить до буферного басейну (20), місткістю 540 м³. Звідки, волокниста маса розбавлена оборотною водою до 3,6 %, поступає на процес розмелювання на рафінер TwinFlow (22), звідки перекачується у машинний басейн (23). В машинний басейн, для підвищення білості та непрозорості картону, дозується каолінова дисперсія у кількості 3-5 кг на тону продукції.

З машинного басейну, волокниста маса через бак постійного рівня (24) надходить в змішувальний насос, звідки з масовою часткою волокна 0,73 % перекачується на триступеневу систему вихрових очисників (26). Маса після I ступеня очищення надходить на вузловловлювач (27), який призначений відділення з маси включень волокнистого характеру. Очищена маса масовою часткою волокна 0,54 % направляється у напірний ящик поверхневого шару (76), а відходи після вузловловлювача надходять на вібраційну сортувалку (28).

Потік середнього шару

Паки макулатурної сировини марок МС-5Б-2, МС-5Б-3, МС-8В-3, МС-11В подаються на пластинчастий транспортер, звідки направляється до гідророзбивача (29), в який також надходить оборотна вода та відбувається процес розволокнення макулатурної сировини до масової частки 3,6 %.

Великі неволокнисті включення в процесі роботи гідророзбивача закручуються в жгут, який видаляється жгутовитаскувачем і направляється у віддвал. Звільнена від важких включень макулатурна маса з масовою часткою

волокна 3,6 % надходить на вторинний гідророзбивач фایберайзер (30), який призначений для дорозволокнення і грубого сортування волокнистої маси.

Очищена маса з файберайзера насосом подається до приймального басейну (31), в якому при перемішуванні, витримується деякий час, для набухання волокон. З приймального басейна маса надходить на вихровий очищувач високої концентрації HC-Cleaner (32), завданням якого є видалення великих важких включень органічного та неорганічного характеру з метою максимального зниження зносу роторів, сортувальних сит і гарнітур. Після очищення на вихрових очисниках, волокниста маса з середньою масовою часткою волокна 3,6 % надходить на двоступеневу систему сортування, що складається з установок файберсортер (33) на першому ступені і щілевої напірної сортувалки Screen One (34) на другому. Діаметр отворів сит сортувалок файберсортер та Screen One складає 2,4 мм.

Відсортована маса після файберсортера надходить на триступеневу систему вихрових очисників (35), а відходи надходять на сортувалку Screen One, після якого очищена маса надходить на файберсортер, а відходи направляються у відвал.

Маса після I ступеня очистки направляється на тонке сортування, в процесі якого волокниста маса, проходить сортувальну установку мультисортер (36) з сортувальними ситами, які мають ширину 0,25 мм, відходи з якого насосом перекачуються в ентштіпер (37) для розбивання пучків волокон, а потім на сортувалку мінісортер (38). На останньому ступені сортування передбачена рециркуляція відходів на вхід сортувалки.

Волокниста маса після тонкого сортування надходить на дисковий фільтр (39), де згущується до концентрації 8 %, для послідовних процесів збереження і набухання маси перед розмелюванням.

Маса після згущення направляється в басейн згущеної маси (41), після якого розбавляється з оборотною водою до концентрації 3,6 % надходить до буферного басейну (42), місткістю 540 м³. Звідки, волокниста маса розбавлена оборотною

водою до 3,6 %, поступає на процес розмелювання на рафінер TwinFlow (43), звідки перекачується у машинний басейн (44).

З машинного басейну, волокниста маса через бак постійного рівня (45) надходить в змішувальний насос, звідки з масовою часткою волокна 0,73 % перекачується на триступеневу систему вихрових очисників (47). Маса після I ступеня очищення надходить на вузловловлювач (48), який призначений відділення з маси включень волокнистого характеру. Очищена маса масовою часткою волокна 0,54 % направляється у напірний ящик середнього шару (74), а відходи після вузловловлювача надходять на вібраційну сортувалку (49).

Потік нижнього шару

Паки макулатурної сировини марок МС-5Б-3, МС-6Б-3, МС-8В-3, МС-8В-2 подаються на пластинчастий транспортер, звідки направляється до гідророзбивача (50), в який також надходить оборотна вода та відбувається процес розволокнення макулатурної сировини до масової частки 3,6 %.

Великі не волокнисті включення в процесі роботи гідророзбивача закручуються в жгут, який видаляється жгутовитаскувачем і направляється у віддвал. Звільнена від важких включень макулатурна маса з масовою часткою волокна 3,6 % надходить на вторинний гідророзбивач фایберайзер (53), який призначений для дорозволокнення і грубого сортування волокнистої маси.

Очищена маса з файберайзера насосом подається до приймального басейну (54), в якому при перемішуванні, витримується деякий час, для набухання волокон. З приймального басейна маса надходить на вихровий очищувач високої концентрації HC-Cleaner (55), завданням якого є видалення великих важких включень органічного та неорганічного характеру з метою максимального зниження зносу роторів, сортувальних сит і гарнітур. Після очищення на вихрових очисниках, волокниста маса з середньою масовою часткою волокна 3,6 % надходить на двохступеневу систему сортування, що складається з установок файберсортер (56) на першому ступені і щілевої напірної сортувалки Screen One

(34) на другому. Діаметр отворів сит сортувалок фایберсортер та сортувалки Screen One складає 2,4 мм.

Відсортована маса після файберсортера надходить на триступеневу систему вихрових очисників (58), а відходи надходять на риджектсортер, після якого очищена маса надходить на файберсортер, а відходи направляються у відвал.

Маса після I ступеня очистки направляється на тонке сортування, в процесі якого волокниста маса, проходить сортувальну установку мультисортер (59) з сортувальними ситами, які мають ширину 0,25 мм, відходи з якого насосом перекачуються в ентштіпер (60) для розбивання пучків волокон, а потім на сортувалку мінісортер (61). На останньому ступені сортування передбачена рециркуляція відходів на вхід сортувалки.

Після сортування, очищена маса, направляється на процес згущення на дисковому фільтрі, де волокниста маса згущується до 10 %. Після дискового фільтра маса поступає у басейн згущеної маси (63), звідки надходить на термодисперсійну установку (64), а відходи з 2-го ступеня направляються у відвал.

Згущення необхідне для послідуєчого процесу диспергування, де для досягнення ефективності і економічності необхідна концентрація маси близько 30 %. Тому в якості попереднього згущувача виступає дисковий фільтр, який підвищує масову частку волокна до 10 %, потім процес згущення маси проходить на двохсітковому пресі до масової частки волокна 30 % з подальшою обробкою в диспергаторі.

Після диспергатора макулатурна маса розбавляється на виході оборотною водою до концентрації 3,6 % надходить в проміжний басейн (65). Далі макулатурна маса з концентрацією 3,6 % перекачується до буферного басейну (66).

З буферного басейну, волокниста маса поступає на процес розмелювання на рафінер TwinFlow (67), звідки перекачується у машинний басейн (68).

З машинного басейну, волокниста маса через бак постійного рівня (69) надходить в змішувальний насос, звідки з масовою часткою волокна 0,73 % перекачується на триступеневу систему вихрових очисників (70). Маса після I

ступеня очищення надходить на вузловловлювач (71), який призначений відділення з маси включень волокнистого характеру. Очищена маса масовою часткою волокна 0,54 % направляється у напірний ящик нижнього шару (73), а відходи після вузловловлювача надходять на вібраційну сортувалку (72).

Картоноробна машина

КРМ складається з наступних частин: формувальна, пресова, сушильна частина, каландр і накат. Максимальна робоча швидкість КРМ – 850 м/хв.

Формувальна частина

Формувальна частина КРМ складається з плоскосіткових формувальних пристроїв для формування нижнього, поверхневого та нижнього шару, що забезпечують якісне формування елементарних шарів полотна картону. Формування елементарного шару на плоскосіткових формувальних пристроях відбувається шляхом виливу маси на плоску сітку звідки поверхневий шар зчіплюється з середнім шаром, а потім середній зчіплюється з нижнім шаром та передається в пресову частину картоноробної машини.

На сітковому столі здійснюється процес формування і зневоднення картонного полотна. Це один з найважливіших етапів виробництва, на якому полотно паперу втрачає велику частину вологи і, досягнувши сухості 11 %, подається в пресову частину.

Пресова частина

Для поліпшення якості та зневоднення картонне полотно подається до пресової частини, тому що, в результаті пресування зростає міцність, щільність і сухість картону.

Пресова частина включає:

- чотирьохвальний прес з трьома зонами пресування (77);
- прес з розширеною зоною пресування башмачного типу (78).

Картонне полотно, зневоднене у формувальній частині машини до сухості 15 %, поступає в чотирьохвальний прес, де полотно картону зневоднюється до сухості 30 % після першої зони та 40 % після другої зони пресування. Після

проходження башмачного пресу полотно картону, маючи сухість 50 % подається до сушильної частини.

Сушильна частина

Після пресової частини картонне полотно, з сухістю 50 % надходить в сушильну частину (79) картоноробної машини, де видаляється залишкова волога за рахунок контактного сушіння.

Картонне полотно, що рухається, притискається до нагрітої поверхні циліндрів за допомогою сушильних синтетичних сіток, що поліпшують теплопередачу і запобігають викривленню і скручуванню картону при сушінні.

Сушильна частина картоноробної машини – двоярусна, циліндрового типу, складається з 81 сушильного і двох холодильних циліндрів діаметром 1500 мм. За приводом сушильна частина складається з 7 груп: 1 приводна група включає 11 сушильних циліндрів, 2 – 6 приводні групи – по 12 сушильних циліндрів кожна, 8 – складається з 10 сушильних і 2 холодильних циліндрів.

Після першого ступеня каландрування встановлено клеїльний прес плівкового типу (81). Картон надходить на клеїльний прес при сухості 92 %. На одну сторону картону через сприски наноситься крейдувальна паста, а на нижню сторону полотна картону наноситься крохмальний клей. Надлишок пасти знімається пристосованими шаберами, звідки надлишок повертається в бак крейдової пасти, а потім насосом подається на сприскові труби.

Після клеїльного преса картонне полотно, щоб уникнути утворення складок, рівномірно розправляється за шириною за допомогою розгінного вала і надходить в конвективну сушильну частину. Конвективна сушильна частина призначена для висушування крейдової поверхні. Гаряче повітря з температурою 120 - 150 °С, попередньо проходить процеси фільтрування та осушування.

Після конвективного сушіння картонне полотно, надходить в досушувальну частину з роздільною парою верхніх і нижніх циліндрів. Роздільне парозабезпечення дозволяє створити різну температуру у верхніх і нижніх циліндрах і тим самим вирівняти вологість поверхневого і нижнього шарів картону.

Картон з нерівномірною вологістю шарів веде до скручування картону. В досушувальній частині картон необхідно висушити до сухості 94 %. Картон охолоджується на 2-х охолоджувальних циліндрах, де, крім того, зовнішні шари зволожуються на 1-2 % за рахунок вологи, сконденсованої на поверхні циліндрів. Зволоження зовнішніх шарів картону сприяє підвищенню його гладкості при каландруванні, оскільки після сушіння картон недостатньо еластичний.

Картонне полотно після сушіння й охолодження після холодильних циліндрів картон поступає на двохвальний машинний каландр (80а), де в результаті підвищеного тиску гладких валів, відбувається зменшення і вирівнювання полотна по всій його ширині, а також підвищення гладкості картону, щільності і лоску. З каландру картон поступає на накат периферійного типу (83) з гідравлічною системою притискання. Максимальний діаметр намотування тамбура 3200 мм.

Переробка браку

Видалення та переробка «мокрого» і «сухого» браку передбачається як при обривах картонного полотна так і при безперервній роботі КРМ.

«Мокрий» брак під час обриву полотна, а також відсічки з гауч-преса під час стабільної роботи машини подаються в гауч-мішалку (88). Розпущений брак насосом через згущувач (89) направляється в басейн браку (87).

«Сухий» брак з сушильної частини, поздовжньо-різального станка направляється в гідророзбивач сухого браку марки ГРВ-02 (85а). Для розпуску браку використовується оборотна вода з збірника оборотних вод (92). Розпущена маса насосом з гідророзбивача подається басейн розпущеної маси (86). Далі маса насосом перекачується в басейн браку (87), звідки дозується в кількості 20 % в машинний басейн середнього шару (44).

2.3.2 Розрахунок матеріального балансу води і волокна

Для розрахунку матеріального балансу води і волокна процесу виробництва картону макулатурного з пігментованим покриття використано вихідні дані, які наведено у табл. 2.2

Таблиця 2.2 – Дані для розрахунку матеріального балансу води і волокна

Найменування статей	Вихідні дані			
	[3].	[22].	Дані підприємства	Приймаємо до розрахунку
1 .Концентрація маси на різних стадіях виробництва, %				
На накаті	94	92	93	94,0
Після пресів	38	45	52	50,0
Після гауч-вала	18	25	22	21,0
Після відсмоктувальних ящиків	12	14	13	15,0
Після реєстрової частини	3,7	4	3,8	3,6
В напірному ящику	0,50	0,50	0,55	0,53
В баку постійного рівня	3,50	3,9	3,8	3,6
В композиційному басейні	3,50	3,8	3,8	3,6
В машинному басейні	3,50	3,8	3,8	3,6
В басейні оборотного браку	3,50	3,9	3,6	3,6
Скоп після дискового фільтра	3,50	3,8	3,7	3,6
Згущувач	3,50	3,8	3,6	3,6
Гідророзбивач сухого браку	3,50	3,8	3,7	3,6
Гауч-мішалка	3,50	3,7	3,6	3,6

Продовження таблиці 2.2

Басейн оборотного браку	0,80	0,9	0,8	0,8
Після селективфайера	3,50	3,8	3,6	3,6
Після змішувального насоса №1	0,6000	0,5000	0,55	0,53

Після змішувального насоса №2	0,6300	0,5000	0,55	0,54
Після центриклинерів I ст.	0,7000	0,7500	0,68	0,7000
Після центриклинерів II ст.	0,4000	0,4000	0,45	0,4000
2. Концентрація відхідних вод, %				
регістрова вода	0,17	0,1800	0,15	0,185
підсіткові води	0,005	0,0045	0,48	0,004
відсмоктуючих ящиків	0,1000	0,1000	0,1	0,10
пресові води	0,1000	0,1000	0,1	0,10
від промивки сітки	0,004	0,004	0,004	0,004
від промивки сукон	0,001	0,001	0,001	0,001
освітлених вод з дискового фільтра	0,001	0,001	0,001	0,001
В басейні надлишк.вод	0,2	0,2	0,2	0,20
від плоскої сортувалки	0,18	0,18	0,18	0,18
згущувача мокрого браку			0,4	
3.Витрати свіжої та освітленої води, л/т картону				
Свіжа. вода на промивання сіток	15000,0	17500,0	16000,00	18500,0
Освітл. вода на сортувалку	8500,0	9500,0	9000,00	850,0
св.вода на спринки і відсічки відсм.ящ.	6500,0	7500,0	6000,00	10200,0
св.вода на промивання сукон	2500,0	3500,0	2000,0	8750,0
св.вода на відсічки в гаучі	850,0	850,0	800	3400,0
5.Кількість браку , % від маси картону				
при обробці картону	1,0	2,0	1,2	1,0
на накаті	2,0	1,0	1,0	1,0
при сушінні картону	2,0	2,0	1,5	2,0
мокрий брак	3,0	3,0	2,0	1,5
після гауч-валу	2,0	2,0	1,0	1,5
6.Композиція картону%				
Макулатура	100,0	100,0	100,0	100,0
7.Концентрація відходів сортування, %				
відходи вузлоуловлювача	1,5	1,0	0,9	0,8
центриклинера I ст.	1,2	1,2	1,1	1,1
центриклинера II ст.	0,7	0,7	0,7	0,7
центриклинера III ст.	0,67	0,67	0,65	0,67
відходи плоскої сортувалки	4,0	4,0	3,5	4,0

Продовження таблиці 2.2

8.Сухість вихідних фабрикатів %				
Макулатура	88,0	88,0	88,0	88,0

9.Кількість відходів сортування, % (кг/т)				
Цетриклінери І ст.	5,0	5,0	3,0	5,0 %
Селектифайер	1,0	1,0	1,0	1,1 кг
Цетриклінери ІІІ ст.	1,0	1,0	0,9	1,0 %
відходи відділу підгот.маси	7,0	7,0	5	6,5 %

Розрахунок матеріального балансу води і волокна проводимо відповідно до методики, алгоритм якої наведено у [21].

Склад готової продукції. На склад готової продукції поступає 1000 кг картону, в якому міститься: абсолютно-сухого волокна $1000 \cdot 0,94 = 940$ кг;

води $1000 - 940 = 60$ кг.

Повздовжньо-різальний верстат (ПРВ). З урахуванням 1 % браку, що утворюється під час оброблення картону ($1000 \cdot 0,01 = 10$ кг) та надходить до гідророзбивача сухого браку, необхідно подати на повздовжньо-різальний верстат

$$1000 + 10 = 1010 \text{ кг}$$

В картоні, що проходить з ПРВ міститься: абсолютно-сухого волокна

$$1010 \cdot 0,94 = 949,4 \text{ кг, води } 1010 - 949,4 = 60,6 \text{ кг}$$

ПРС

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З накату	1010,00	94,00	949,40	60,60
Надійшло(всього)	1010,00		949,40	60,60
На склад	1000,00	94,00	940,00	60,00
В г/розб.сух.браку	10,00	94,00	9,40	0,60
Пішло (всього)	1010,00		949,40	60,60

Накат

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після сушіння	1020,00	0,94	958,80	61,20
Надійшло(всього)	1020,00		958,80	61,20
На ПРС	1010,00	0,94	949,40	60,60
В г/розб.сух.браку	10,00	0,94	9,40	0,60
Пішло (всього)	1020,00		958,80	61,20

Сушильна частина

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
--------------	----------	-----------------	-------------	----------

Після пресів	1955,20	50,00	977,60	977,60
Надійшло(всього)	1955,20		977,60	977,60
На накат	1020,00	94,00	958,80	61,20
Втрати пару	915,20	0,00	0,00	915,20
В г/розб.сух.браку	20,00	94,00	18,80	1,20
Пішло (всього)	1955,20		977,60	977,60

Пресова частина

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після гауч-вала	4704,39	21,00	987,92	3716,47
Св.вода на пр.сукон	8750,00	0,00	0,00	8750,00
Надійшло(всього)	13454,39		987,92	12466,47
На сушіння	1955,20	50,00	977,60	977,60
Пресові води	2734,19	0,10	2,73	2731,45
Води в/пром.сукон	8750,00	0,0010	0,09	8749,91
В г/зміш.мокр.браку	15,00	50,00	7,50	7,50
Пішло (всього)	13454,39		987,92	12466,47

Гауч-вал

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після відсм.ящиків	6608,56	15,00	991,28	5617,27
Св.вода на відсічки	3400,00	0,00	0,00	3400,00
Надійшло(всього)	10008,56		991,28	9017,27
На пресову.частину	4704,39	21,00	987,92	3716,47
Води від гауч-вала	5289,17	0,0040	0,21	5288,95
В г/зміш.мокр.браку	15,00	21,00	3,15	11,85
Пішло (всього)	10008,56		991,28	9017,27

Відсмоктувальні ящики

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після регістр.частини	28424,99	3,6	1023,30	27401,69

Продовження таблиці

Св.вода на відсічки	10200,00	0,00	0,00	10200,00
Надійшло(всього)	38624,99		1023,30	37601,69

На гауч-вал	6608,56	15,00	991,28	5617,27
В бас.смокт.та підс.вод	32016,44	0,10	32,02	31984,42
Пішло (всього)	38624,99		1023,30	37601,69

Регістрова частина

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після н.ящика	281580,71	0,53	1492,38	280088,33
Свіжа вода на пром.сітки	18500,00	0,000	0,00	18500,00
Надійшло(всього)	300080,71	3,6	1492,38	298588,33
На відсм.ящики	28424,99	0,1850	1023,30	2740,69
Регістрові води	253155,72	0,0040	465,34	252687,38
В бас.смокт.та підс.вод	18500,00		0,74	18499,26
Пішло (всього)	300080,71		1492,38	298588,33

Напірний ящик

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
вузлоуловлювача	281580,71	0,53	1492,38	280088,33
Надійшло(всього)	281580,71		1492,38	280088,33
На рег.частину	281580,71	0,53	1492,38	280088,33
Пішло (всього)	281580,71		1492,38	280088,33

Селектифайєр

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.нас.№1	284712,55	0,533	1517,43	283195,12
Надійшло(всього)	284712,55		1517,43	283195,12
На н/ящик	281580,71	0,53	1492,38	280088,33

Продовження таблиці

На плоску сортувал.	3131,84	0,80	25,05	3106,78
Пішло (всього)	284712,55		1517,43	283195,12

Сортувалка

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З бас.освітл.вод	850,00	0,0010	0,01	849,99
Після селектифайера	3131,84	0,80	25,05	3106,78
Надійшло(всього)	3981,84		25,06	3956,77
В бас.регістр.вод	3513,36	0,180	6,32	3507,04
Відходи	468,48	4,0	18,74	449,74
Пішло (всього)	3981,84		25,06	3956,77

Змішувальний насос №1

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Регістова вода	92328,58	0,1849	170,74	92157,83
Після центрикл. Іст.	192383,97	0,70	1346,69	191037,28
Надійшло(всього)	284712,55		1517,43	283195,12
На селективфайер	284712,55	0,5330	1517,43	283195,12
Пішло (всього)	284712,55		1517,43	283195,12

Центриклінери 1 ступеня

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.насоса №2	208207,76	0,7304	1520,75	206687,01
Надійшло(всього)	208207,76		1520,75	206687,01
На змішув.насос №1	192383,97	0,70	1346,69	191037,28
На центрикл. II і III ст.	15823,79	1,1	174,06	15649,73
Пішло (всього)	208207,76		1520,75	206687,01

Центриклинери 2 і 3 ступеня

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
--------------	-------------	--------------------	----------------	----------

Після центрик. І ст.	15823,79	1,1	174,06	15649,73
З бас.сосун.і підс.вод	32928,32	0,0648	21,35	32906,97
Надійшло(всього)	48752,11		195,41	48556,70
В змішув.насос №2	48602,11	0,40	194,41	48407,70
Відходи у відвал	150,00	0,6700	1,01	149,00
Пішло (всього)	48752,11		195,41	48556,70

Змішувальний насос № 2

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Регістрова вода	129410,65	0,1849	239,32	129171,33
Від центриклин. II ст.	48602,11	0,40	194,41	48407,70
З БПР	30195,00	3,6	1087,02	29107,98
Надійшло(всього)	208207,76		1520,75	206687,01
На центрик. І ст.	208207,76	0,7304	1520,75	206687,01
Пішло (всього)	208207,76		1520,75	206687,01

Бак постійного рівня

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після машин.басейна	30195,00	3,6	1087,02	29107,98
Надійшло(всього)	30195,00		1087,02	29107,98
На зміш.насос №2	30195,00	3,6	1087,02	29107,98
Пішло (всього)	30195,00		1087,02	29107,98

Машинний басейн

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після композ.басейна	30195,00	3,6	1087,02	29107,98
Надійшло(всього)	30195,00		1087,02	29107,98
На БПР	30195,00	3,6	1087,02	29107,98
Пішло (всього)	30195,00		1087,02	29107,98

Композиційний басейн

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
--------------	----------	-----------------	-------------	----------

Із від.підгот.мак.маси	28297,11	3,6	1018,70	27278,42
Із г/розб.лист.цел-зи	0,00	3,6	0,00	0,00
Із басейна обіг.браку	1383,38	3,6	49,80	1333,58
Скоп з диск.фільтра	514,50	3,6	18,52	495,98
Надійшло(всього)	30195,00		1087,02	29107,98
В машинний басейн	30195,00	3,6	1087,02	29107,98
Пішло (всього)	30195,00		1087,02	29107,98

Відділ підготовки макулатурної маси

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Макулатура зі складу	1168,89	88,00	1028,62	140,27
Вода з бас.рег.вод	30438,99	0,1849	56,29	30382,70
Надійшло(всього)	31607,88		1084,91	30522,96
Відходи сортув. та очищ.	3310,76	2,00	66,22	32447,55
В композиц. басейн	28297,11	3,6	1018,70	27278,42
Пішло (всього)	31607,88		1084,91	30522,96

Розрахунок блоків перероблення сухого та мокрого браку

Гідророзбивач сухого браку

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З ПРС	10,00	94,00	9,40	0,60
З накату	10,00	94,00	9,40	0,60
З сушіння	20,00	94,00	18,80	1,20
З бас-ну рег.вод	1058,44	0,1849	1,96	1056,88
Надійшло(всього)	1098,84		39,56	1059,28
В басейн обор.браку	1098,84	3,6	39,56	1059,28
Пішло (всього)	1098,84		39,56	1059,28

Гауч-мішалка

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
--------------	-------------	--------------------	----------------	-------------

З пресової частини	15,00	50,00	7,50	7,50
З гауч-вала	15,00	21,00	3,15	11,85
З бас-ну осв.вод	1302,88	0,0010	0,01	1302,87
Надійшло(всього)	1332,88		10,66	1322,22
На згущ.мокрого браку	1332,88	0,80	10,66	1322,22
Пішло (всього)	1332,88		10,66	1322,22

Згущувач мокрого браку

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.мокр.браку	1332,88	0,80	10,66	1322,22
Надійшло(всього)	1332,88		10,66	1322,22
В басейн обор.браку	284,55	3,6	10,24	274,30
В басейн надл.вод	1084,33	0,0400	0,42	1047,91
Пішло (всього)	1332,88		10,66	1322,22

Басейн обігового браку

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З г/розбив.сух.браку	1098,84	3,6	39,56	1056,88
Зі зміш.мокрого браку	284,55	3,6	10,24	274,30
Надійшло(всього)	1383,39		49,80	1331,18
В композиц.басейн	1383,39	3,6	49,80	1331,18
Надійшло(всього)	1383,39		49,80	1331,18

Басейн реєстрових вод

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З реєстрової частини	253155,72	0,1850	468,34	252687,38
Від плоск.сортув.	3513,36	0,1800	6,32	3507,04
Надійшло(всього)	256669,08		474,66	256194,42

Продовження таблиці

На зм.насос №1	92328,58	0,1849	170,74	92157,83
----------------	----------	--------	--------	----------

На зм.насос №2	129410,65	0,1849	239,32	129171,33
У відділ підгот.макул.маси	30438,99	0,1849	56,29	30382,70
На г/розб.сухого браку	1058,84	0,1849	1,96	1056,88
В басейн надл.вод	3432,02	0,1849	6,35	3425,67
Пішло (всього)	256669,08		474,66	256194,42

Басейн смоктунових та підсіткових вод

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Від відсмоктув.ящиків	32016,44	0,10	32,02	31984,42
Від промив.сітки	18500,00	0,0040	0,74	18499,26
Надійшло(всього)	50516,44		32,76	50483,68
В жолоб №1 і №2	32928,32	0,0648	21,35	32906,97
В басейн надлиш.вод	17588,12	0,0648	11,40	17576,71
Пішло (всього)	50516,44		32,76	50483,68

Басейн надлишкових вод

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну рег.вод	3432,02	0,1849	6,32	3425,67
З басейну смокт. та підс. вод	17588,12	0,0648	11,40	17576,71
Від гауч-вала	5289,17	0,0040	0,21	5288,95
Від сгуш.мокр.браку	1048,33	0,0400	0,42	1047,91
Надійшло(всього)	27357,63		18,38	27339,25
На дисковий фільтр	27357,63	0,0672	18,38	27339,25
Пішло (всього)	27357,63		18,38	27339,25

Дисковий фільтр

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну надл.вод	27357,63	0,0672	18,38	27339,25

Продовження таблиці

Надійшло(всього)	27357,63		18,38	27339,25
В композиц.басейн	503,16	3,6	18,11	485,05

В басейн освітл.вод	26854,47	0,0010	0,27	26854,20
Пішло (всього)	27357,63		18,38	27339,25

Басейн прояснених вод

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після дисков.фільтра	26854,47	0,0010	0,27	26854,20
Надійшло(всього)	26854,47		0,27	26854,20
На сортувалку	850,00	0,0010	0,01	849,99
На зміш.мокр.браку	1302,88	0,0010	0,01	1302,87
На очисні споруди	24701,59	0,0010	0,25	24701,34
Пішло (всього)	26854,47		0,27	26854,20

Для розрахунку безповоротних втрат волокна потрібно врахувати всі його втрати для даного виробництва. В даному випадку вони становлять:

$$1028,52 - 940,00 = 88,62 \text{ кг.}$$

В такому випадку вимої волокна (ВВ) становлять:

$$\text{ВВ} = \frac{88,62 \cdot 100\%}{1028,52} = 8,61\% [21].$$

Таблиця 2.13 Результати зведеного балансу води і волокна

Волокно (абс.сух.),кг	Надходження	Витрата
Макулатура (поверхневий та нижній шар)	1 027,52	
Всього:	1 027,52	
Готова продукція		940,0
Відходи центриклинерів III ст.		1,01
З пресовими водами		2,81
Промивка сукон		0,09
На очисні споруди		0,01
Відходи сортувалки (в цех виробн.картону)		17,25
Відходи відділу підгот.маси		66,14
	Всього:	1027,30
Вода, кг	Надходження	Витрата
З макулатурою	140,12	
Свіжа вода на промивання сіток	18500,0	
Свіжа вода на відсічки відсм.ящиків	10200,0	
Свіжа вода на промив. сукна	8750,0	
Свіжа вода на відсічки в гаучі	3400,0	
Всього:	40990,12	
З готовою продукцією		60,0
З парою при сушінні		840,00
З відходами центр. III ст.		149,00
З пресовими водами		2808,37
Промивка сукон		8749,91
На очисні споруди		24728,46
З відходами сортувалки		413,90
З відходами відділу підгот.маси		3241,08
	Всього:	40990,72

2.3.3 Тепловий баланс виробництва картону

Розрахунок теплового балансу виконано відповідно до методики [22].

Таблиця 2.3 -

Вихідні дані		
Продуктивність, кг/год.	G	26127
Початкова вологість матеріалу, %	W ₁	50
Кінцева вологість матеріалу, %	W ₂	6
Вихідні дані		
Початкова температура повітря, °C	θ ₁	18
Початкова вологість повітря, %	F ₁	0,4
Кінцева температура повітря, °C	θ ₄	65
Кінцева вологість повітря	F ₂	0,88
Температура повітря після теплообмінника, °C	θ ₂	35
Температура гріючої пари, °C	θ _{пар}	150
Стаття приходу/витрати тепла		
Прихід тепла		Кдж/ч
1.3 парою, що надходить в сушильні циліндри		67411644,3
2.3 парою, що надходить в калорифер		5305546,752
3. Тепло використане в теплообміннику		3165251,727
Всього		75882442,78
Витрати тепла		
1. На підігрів матеріалу		5579682,12
2. На сушіння в 2-му, 3-му періодах		60125088,39
3. На втрати в оточуюче середовище		495725,8009
4. На втрати з невикористаним повітрям		316525,1727

Продовження таблиці 2.3

Вихідні дані		
5. На підігрівання повітря в теплообміннику		316525,1727
6. На втрати з повітрям, що відходить		5269213,17
Всього		74951486,39
Результати розрахунку		
Витрати пари в сушильній частині, кг/год	$D_1=$	30705,99952
Витрати пари в калориферах, кг/год	$D_2=$	2416,676195
Загальна витрата пари, кг/год	$D=$	33122,67572
Витрата пари на 1 кг матеріалу, кг/год	$D_{уд}=$	1,267756563
Кількість повітря, що подається в сушильну частину, кг/год	$L=$	185080,5714
Кількість свіжого повітря, кг/год	$L_9=$	203588,6286
Поверхня теплопередачі для підігрівника, m^2	$F_1=$	58,50256482
Поверхня теплопередачі для сушіння, m^2	$F_{2,3}=$	700,0340952
Загальна поверхня теплопередачі, m^2	$F=$	758,53666
Температура повітря, на вході в сушильну частину, $^{\circ}C$	$\theta_3=$	58,49514116
Температура матеріалу в ході сушіння є постійною швидкістю, $^{\circ}C$	$t_2=$	60
Середня температура матеріалу в 2,3 періодах, $^{\circ}C$	$t_4=$	78,9
Середня температура матеріалу, $^{\circ}C$	$t_5=$	41
Температура матеріалу після сушіння, $^{\circ}C$	$t_3=$	113,55

2.3.4 Розрахунок основного технологічного обладнання

Розрахунок продуктивності картоноробної машини [3];

$$Q=0,06 \cdot B_0 \cdot V \cdot g \cdot K_1 \cdot K_2;$$

де 0,06 – коефіцієнт для переведення швидкості за часом (хвилин в години) та маси листа картону в кілограми;

B_0 – обрізна ширина полотна картону, мм;

V – швидкість машини, м/хв;

g – маса 1 м² полотна, г;

$K_1=0,9$ – коефіцієнт, що враховує холостий хід машини;

$K_2=0,95-0,95$ – коефіцієнт використання максимальної швидкості машини.

Годинна продуктивність [3]:

$$Q_{\text{год}}=0,06 \cdot 4200 \cdot 800 \cdot 200 \cdot 0,9 \cdot 0,96=34836 \text{ кг/год}=34,8 \text{ т/год.}$$

Добова продуктивність становить:

$$Q_{\text{д}}= Q_{\text{год}} \cdot t_{\text{д}}=34,8 \cdot 23=800 \text{ т/доб}$$

де $t_{\text{д}}=23$ – кількість безперервної роботи машини за добу.

Планова річна продуктивність становить:

$$\text{ПП}= Q_{\text{д}} \cdot T_{\text{ЕФ}}=800 \cdot 345=276138 \text{ т/рік.}$$

Річна потужність КРМ становитиме близько 276138 т/рік

Гідророзбивач ГРВ-ST 6

Продуктивність – 250 т/добу.

Об'єм ванни – 70 м³.

Число обертів ротора – 200 об/хв.

Потужність двигуна – 315 кВт.

Число обертів двигуна – 1500 об/хв.

Тиск води – 3-6 кгс/см.

Концентрація маси – 4-5%.

Турбосепаратор Fiberizer F-2-P

Корисний об'єм – 1,1м³.

Перфорація сита – 8 мм.

Внутрішній тиск – 250 (2,5) кПа (кг / см²).

Число обертів ротора – 416 об/хв.

Загальна маса (без двиг.) – 2500 кг.

Номінальна потужність двигуна – 132 кВт.

Мультисортер MSM 05/05-2SR

Продуктивність – 2600 дм³/хв.

Діаметр отворів сита – 1.4 мм.

Число оборотів ротора – 620 об/хв.

Споживча потужність – 22 кВт.

Потужність двигуна – 30 кВт.

Число обертів ротора двиг. – 1470 об/хв.

Робочий максимальний тиск – 400 кПа.

Тиск на виході мінімальний – 120 кПа.

Перепад тиску – 20 - 40 кПа.

Мультискрін MSS 08/08

Витрата маси – 8700 дм³/хв.

Ширина шліца – 0,2 мм.

Число обертів ротора – 310 об/хв.

Число обертів ротора двигуна – 980 об/хв.

Споживана потужність – 31 кВт.

Потужність двигуна – 37 кВт.

Робочий тиск – 600 (6,0) кПа (кг/см²).

Тиск на вході – 120 (1,2) кПа (кг/см²).

Перепад тиску – 20 – 40 (0,2 – 0,4) кПа (кг/см²).

Мінісортер MST 05/05KR

Витрата маси – 2100 м³/хв.

Ширина шліца – 0,2 мм.

Напірна сортувалка Screen One

Продуктивність – 60 т/добу.

Витрата – 870 дм³/хв.

Діаметр отворів сита – 2,4 мм.

Число обертів ротора – 1170 об/хв.

Споживана потужність – 45кВт.

Встановлена потужність – 55 кВт.

Система вихрових очисників «ЕкоМайзер»

Технічна характеристика:

- продуктивність по повітряно-сухому волокну – 300 т/добу;
- концентрація маси, не більше – 1,2 %;
- пропускна здатність – 800 л/хв.;

Кількість очисників, шт.:

- I ступеня – 80;
- II ступеня – 24;
- III ступеня – 6.

Дисковий рафінер TwinFlow

Продуктивність – 260 т/добу.

Діаметр дисків – 800 мм.

Частота обертання ротора – 950 хв⁻¹.

Встановлена потужність двигуна – 430 кВт.

Концентрація маси, що надходить – 3 – 3,5 %.

Габаритні розміри: 2,50 × 1,50 × 1,50 м.

Маса – 12000 кг

Вузловловлювач УЗ-13

Технічні характеристики:

- продуктивність – 150 – 250 т/добу;
- концентрація маси, що поступає – 0,4 – 0,8 %;

- кількість відходів – до 3,6 %;
- перепад тиску – до 0,5 кПа;
- розміри сита (діаметр/висота) – (915/610) мм;
- діаметр отворів сита – 1,3 – 2,4 мм.

Згущувач браку шаберний СШ-25-01

Продуктивність – 40 - 60 т/добу

Концентрація маси,%:

- що надходить – 0,4 -1,0
- згущена – 5 -10

Параметри сіткового циліндра, м:

- діаметр – 2,0
- довжина – 4,00

Площа бічної поверхні – 25 м.

Частота обертання барабана – 14; 16; 18 хв.

Габаритні розміри – 6,00 × 3,05 × 2,56 м.

Маса – 5,50 т.

Потужність – 10 кВт.

Плоскосіткові формувальні пристрої для формування поверхневого , середнього та нижнього шару

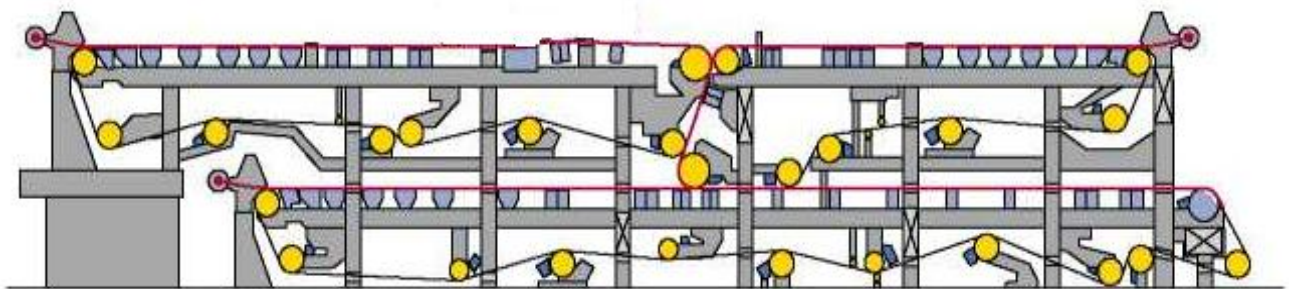


Рисунок 2. 3- Плоскосітковий формувальний пристрій

Технічні характеристики:

- обрізна ширина – 4500 мм; -
- швидкість за приводом – 800-1200 м/хв;
- робоча швидкість – 800 м/хв;

- продуктивність – 436,3 т/добу.

Чотирьохвальний прес з трьома зонами пресування Вента-Ніп

Максимально допустимий лінійний тиск - 120 кН/м.

Діаметр верхнього валу – 915 мм.

Діаметр нижнього валу – 915 мм.

Діаметр сердечника – 875 мм.

Башмачний прес фірми

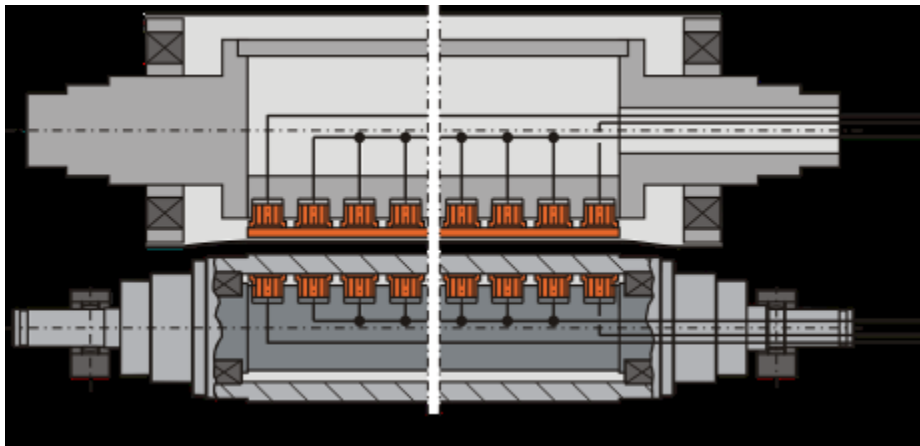


Рисунок 2. 4- Башмачний прес фірми «Andritz»

Робоча швидкість – 800 м/мин.

Максимальна проектна швидкість – 1200 м/мин.

Ширина полотна (картону) в пресі – 4400 мм

Максимальная ширина полотна картону на накаті – 4270 мм.

Діаметр нижнього валу башмачного преса – 1100 мм.

Довжина зони контакту башмака – 250 мм.

Робочий лінійний тиск в зоні контакту притиску башмачного пресу, макс – 1200 кН/м.

Сушильна частина

Сушильна частина картоноробної машини марки К-27, «Іжтяжмаш»

Обрізна ширина полотна – 4200 мм.

Продуктивність при 94 % а.с.р. на накаті, – 600 т/добу.

Максимальна швидкість КДМ – 850 м/хв.

Сушильні циліндри – 93 шт.

Холодильні циліндри – 2 шт.

Діаметр циліндрів – 1500 мм

Клеїльно-крейдувальний прес Speedsizer



Рисунок 2. 5- Клеїльно-крейдувальний прес Speedsizer

Швидкість – 800 м/хв.

Діаметр валів – 800 мм.

Лінійний тиск між валами – 20 кН/м.

Каландр Nipcorect.

Швидкість – 800 м/хв.

Число захватів – 1

Лінійний тиск – до 120 кН/м.

Температура поверхні валів – 250.

Ширина картонного полотна – 4700 мм.

Діаметр валів – 1200 мм.

Накат

Накат периферичного типу з гідравлічною системою притиску.

Максимальний діаметр тамбура – 3200 мм.

Заправка полотна картону – канатикова.

Тамбурний вал діаметром – 420 мм.

Діаметр циліндру – 1100 мм.

Повздовжньо-різальний верстат GL&V

Обрізна ширина полотна – 4050-4300 мм.

Максимальна швидкість – 1350 м/хв.

Максимальний діаметр тамбура – 3200 мм.

продуктивність – 500 т/добу.

3 СТАРТАП-ПРОЕКТ

Розроблений стартап проект направлений на удосконалення технології виробництва картону макулатурного з пігментованим покриттям з метою зниження собівартості, підвищення якості продукції для розширення ринку збуту даної продукції.

Крейдований картон широко використовується для виготовлення найрізноманітніших виробів: від упаковки з картону для харчових продуктів, медичних препаратів, комплектуючих комп'ютерів і аксесуарів до поліграфічної продукції. Його гладка біла поверхня забезпечує якісний друк і додає готовій продукції привабливий зовнішній вигляд. При цьому ціна макулатурного крейдованого картону нижче целюлозного аналога [5].

Крейдований картон вигідно відрізняється від звичайного, перш за все, зовнішнім виглядом. Лите крейдування надає йому майже дзеркальний глянець, знижує пористість лицьового шару, що гарантує кращий результат при нанесенні друку: на поверхні картону залишається якісне яскраве зображення.

Завдяки своїм властивостям, крейдований картон широко використовується для виготовлення найрізноманітніших виробів: наборів для дитячого розвитку і творчості, настільних ігор, поліграфічної продукції. І, звичайно, одним з напрямків використання крейдованого картону є виробництво тари і упаковки.

Виробництво картону в більшій мірі ґрунтується на макулатурній сировині, частка якого в композиції волокна досягає 100 %. Показники потужності виробництва макулатурного картону на ПрАТ «Київський КПК» вищі за середньовиробничі, тому подальше зростання виробничих показників, можливе за рахунок проведення енергозберігаючих реконструкцій.

Удосконалення процесу підготовки макулатурної маси, зокрема поверхневого шару шляхом встановлення флотаційної, напірної установки для

виведення друкованої фарби та покращення оптичних показників; використання хімічних допоміжних речовин – ензимів та каолінової дисперсії для підвищення білості картону; встановлення новітнього агрегату для нанесення крейдованого покриття – дозволить покращити якість, собівартість та потужність виробництва крейдованого картону.

Таблиця 3.1 – Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Реконструкція технологічного потоку ПрАТ «Київський КПК» з виробництва картону макулатурного з пігментованим покриттям.	1. Встановлення флотаційної установки	Покращить якість підготовки макулатурної маси.
	2. Використання допоміжних хімічних речовин (ензім та каолінова дисперсія)	Покращення оптичних показників, підвищення білості картону.
	3. Встановлення агрегатів для пігментованого покриття	Випуск нової продукції, економія електроенергії, розширення ринків збуту

Український ринок картону макулатурного з пігментованим покриттям демонструє заavidні темпи росту але ринкова динаміка напряду залежить від ряду соціально-економічних факторів конкретної держави і від напрямків внутрішнього ринку на тенденції світового. Макулатурний картон тримає лідируючі позиції в структурі українського ринку але ряд неприємних факторів перешкоджає росту ринку картону з пігментованим покриттям [4].

Технологічний аудит ідеї проекту.

Таблиця 3.2 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
----------	--------------	--------------------------	-------------------------	---------------------------

Продовження таблиці 3.2

1.	1. Встановлення флотаційної установки	Технологія виготовлення готової продукції	Наявна	Доступна автору проекту
----	------------------------------------------	-------------------------------------------------	--------	-------------------------------

Технологічний аудит ідеї проекту.

Таблиця 3.2 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1.	1. Встановлення флотаційної установки	Технологія виготовлення готової продукції	Наявна	Доступна автору проекту
2.	2. Використання допоміжних хімічних речовин (ензیم та каолінова дисперсія)			
3.	3. Встановлення агрегатів для нанесення пігментованого покриття			
Обрана технологія ідеї проекту: технологія виготовлення готової продукції				

Визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів. Обрана технологія реалізації проекту забезпечить ефективний розвиток виробництва [3.2].

Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Таблиця 3.3 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку ЦПП	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од.	1. ПрАТ «Київський картонно-паперовий комбінат»; 2. Компанія «AD UMKA Umka Color»; 3. Австрія «LEIPA»
2	Загальний обсяг продаж, тис. грн	1. 850000; 2. 800000; 3. 650000
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає.
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Лідуючі позиції підприємства в українській галузі ЦПП
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Наявні
6	Середня норма рентабельності в галузі, %	5,2

Маркетинговий успіх виробництва макулатурного картону з пігментованим покриттям в значній мірі визначатися його здатністю вирішити три основні завдання:

- забезпечити високу цінову конкурентоспроможність продукції в поєднанні з якістю, порівнянною з якістю конкурентів;
- запропонувати прийнятний для покупців рівень торгового сервісу в найширшому розумінні цього слова;
- забезпечити гранично широкий, наскільки допускають технологічні можливості обладнання, асортимент продукції, що випускається, в т.ч., якщо це можливо, картону з масою m^2 крейдованого листа 170-200 г/м².

Таблиця 3.4 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1.	Використання в процесі виробництва картону макулатурного з пігментованим покриттям	Фізичні особи- підприємці	Технічний регламент, цінова політика, неналагоджена система закупівлі, для особистих потреб	- до продукції: відповідність ТУ; - до компанії- постачальника: оформлення необхідного пакету документів на умовах продаж/купівля

		Виробники картону макулатурного.	Технічний регламент, цінова політика, налагоджена система закупівлі, безпосередньо для виробництва картону та упаковки	- до продукції: відповідність ТУ; - до компанії- постачальника: заклучення договору про співпрацю
--	--	----------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

У свою чергу рішення цих завдань передбачає необхідність враховувати наступні проблеми, з якими на нашу думку може зіткнутися створюване виробництво. Докладний аналіз цих проблем явно виходить за рамки даного маркетингового дослідження, однак позначити найважливіші з них у даній роботі вважається за необхідне [25].

Інноваційна діяльність, порівняно з іншими видами діяльності, більшою мірою пов'язана з ризиком, оскільки повна гарантія позитивного результату практично відсутня. У результаті інноваційні проекти більш залежні від чинників невизначеності, які і є причиною виникнення ризиків (3.5).

Таблиця 3.5 – Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1.	Можливість забезпечення поставок сировини	Єдиний постачальник сировини, котрий має вплив на поставки та собівартість сировини	Необхідні довгострокові договори та гарантії від постачальників
2.	Рівень розвитку виробництва.	Обмеження в асортименті	Модернізація, автоматизація та реконструкція

		продукції, що випускається	
3.	Ціни на енергію	В перспективі можливість підвищення цін на енергію, обумовлене високою часткою імпорту енергії	Енергозберігаючі впровадження на підприємстві
4.	Технічні ризики	Технічні ризики і ризики низької якості продукції на нових	Укомплектовування новим обладнанням світового рівня.

Продовження таблиці 3.5

		підприємствах	
5.	Оперативні ризики	Проблеми експлуатації і низька ефективність	Ретельний підбір та навчання персоналу
6.	Фінансові ризики	Низька рентабельність нових інвестиційних проектів	Консервативний метод розрахунку рентабельності проекту
7.	Міжнародна конкуренція	Збільшення імпорту картону і паперу в Україні	Підвищення конкурентноспроможності по витратам і якості продукції
8.	Завищена ціна	Зменшення попиту	Розроблення системи знижок для компаній-партнерів

Таблиця 3.6 – Фактори можливостей

9.	Постачання продукції з браком	Система керування за якістю гтової продукції не задовольняє потреби	Відшкодування в розмірі встановленим клієнтом
----	-------------------------------	---------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1.	Зовнішня політика країни	Експорт	Налагодження системи реалізації товару
		Імпорт хімікатів	Розширення сировинної бази

Продовження таблиці 3.6

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
2.	Конкуренція	Зменшення собівартості продукції та нарощення виробництва	Пошук та заохочення нових клієнтів
3.	Працівники похилого віку	Готовність поділитися досвідом з молодим поколінням спеціалістів	Прийняття студентів на практику та заохочення їх до подальшого працевлаштування
4.	ЗМІ	Піар	Висвітлення інформації про позитивну сторону компанії

Згідно з результатами проведеного аналізу сумарна ємність українського ринку крейдованого картону 170-200 г/м² складе в 2021 р. приблизно 15-20 тис. т. До 2023 року цілком ймовірним є розширення ємності до 25-30 тис. т. За умови

пропозиції крейдованого картону за конкурентними цінами можливо просунути цю продукцію в найближчі сектори поліграфічного українського виробництва, де поки крейдований папір не використовується.

Дієздатних українських конкурентів в даному секторі виробництва практично немає, а їх поява в доступній для огляду перспективі не передбачається. Наявні інвестиційні проекти передбачають розвиток виробництва в інших секторах ринку [25].

У той же час умови конкуренції на українському ринку – досить жорсткі. На ньому панують європейські паперові корпорації, які пропонують продукцію високої якості, широкого асортименту і забезпечують непоганий рівень торгового сервісу. Збут імпортного картону організований через представництва експортерів в Україні або через широку збутову мережу українських спеціалізованих торгових фірм [25].

Таблиця 3.7 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Вказати тип конкуренції - чиста	Безпосередній вплив на ситуацію на ринку несуть інновації та вигідні пропозиції	Запровадження системи знижок, акцій
2. За рівнем конкурентної боротьби - національний	Першочергово необхідно орієнтуватися на національний ринок, лише згодом на міжнародний	Підвищення рівня якості продукції, збільшення виробничої потужності, задля майбутнього виходу на міжнародний ринок

3. За галузевою ознакою - внутрішньогалузева	Виробництво картону макулатурного з макулатури належить до ЦПП	Оновлення технології виробництва та використання альтернативної сировини
4. Конкуренція за видами товарів - товарно-видова	Конкуренція між товарами одного виду	Зменшення собівартості готової продукції шляхом запровадження новітніх енерго-зберігаючих технологій в процесі її виробництва
5. За характером конкурентних переваг - цінова	Замовника зацікавлює приваблива ціна	Розроблення системи знижок та акцій для клієнтів

Продовження таблиці 3.7

6. За інтенсивністю - марочна	Торгова марка/бренд керує ринком	Підтримання репутації компанії
----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------

Європейські, і азійські виробники вже підвищили і анонсували нові підвищення цін на крейдовані картони і на інші види паперу і картону для друку до кінця поточного року і в наступному році. Як вважають експерти RISI, ситуація носить невизначений, довгостроковий характер. Очевидно, що вже відбувається і очікується непрогнозоване зростання цін на імпортні папір і картон для друку (у тому числі і для України) як мінімум в середньостроковій перспективі. Це неминуче призведе до подорожчання кінцевої друкованої продукції в усіх споживчих секторах [25].

Таблиця 3.8 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
Складові аналізу	1.Компанія «AD UMKA Umka Color; 2. ПрАТ «Київський картонно-паперовий комбінат»	Економія на масштабах; наявність товарних знаків; розмір капіталовкладень; доступ до каналів розподілу	Концентрація постачальників; значення розміру поставок для постачальників	Розмір закупівель; система інформації; торгівельні знаки; контроль якості	Ціна; лояльність споживачів.
Висновки	Інтенсивна конкурент-	- можливості входу в ринок	Постачальники не	Клієнти диктують	Програми

Продовження таблиці 3.8

	на боротьба з боку прямих конкурентів	є -потенційних конкурентів немає	диктують умови роботи на ринку	умови роботи на ринку, а саме: своєчасна поставка, достовірна інформація	лояльності зі сторони конкурентів
				про товар та вимоги до його якості	

З огляду на конкурентну ситуацію принципова можливість роботи на ринку присутня. Щоб бути конкурентоспроможним на ринку, проект повинен мати наступні характеристики (сильні сторони): забезпечувати своєчасну поставку готової продукції, надавати повну характеристику товару, відповідати вимогам якості та запровадити програму лояльності для компаній-партнерів [25].

Таблиця 3.9 – Обґрунтування факторів конкуренто-спроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1.	Своєчасна поставка товару	Реконструкція технологічного потоку дозволяє налагодити безперебійний випуск продукції, в свою чергу, підвищити продуктивність та виконання замовлень від клієнтів вчасно
2.	Достовірне та цілковите інформування	Прозорість зі сторони постачальника

Продовження таблиці 3.9

3.	Високі показники якості готової продукції	За рахунок впровадження інновацій та розширення сировинної бази
4.	Системи знижок, акції та програми лояльності для клієнтів	Гнучка політика підприємства по відношенню до клієнтів

Таблиця 3.10 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3

1	Своєчасна поставка товару.	17							+
2	Достовірне та цілковите інформування	17					+		
3	Високі показники якості готової продукції	19						+	
4.	Системи знижок, акції та програми лояльності для клієнтів	19						+	

Складання SWOT-аналізу є останім етапом ринкового аналізу можливостей, наведено в таблиці 3.11

Таблиця 3.11 – SWOT-аналіз стартап-проекту

<p>Сильні сторони:</p> <ul style="list-style-type: none"> - системи знижок, акції та програми лояльності для клієнтів 	<p>Слабкі сторони:</p> <ul style="list-style-type: none"> - своєчасна поставка товару; - достовірне та цілковите інформування
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Продовження таблиці 3.11

<p>Можливості:</p> <ul style="list-style-type: none"> - експорт; - імпорт хімікатів; - зменшення собівартості продукції та нарощення виробництва; - готовність поділитися досвідом з молодим поколінням спеціалістів; - піар 	<p>Загрози:</p> <ul style="list-style-type: none"> - відносини між країнами; - обмеження в асортименті продукції, що випускається; - збільшення кількості лікарняних; - створення нової продукції; - недосвідчені спеціалісти; - зниження якості виконуваної роботи; - перебої в поставці сировинної бази;
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	- зменшення попиту; - система керування за якістю готової
--	--------------------------------------------------------------

Таблиця 3.12 – Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1.	Нарощення виробничих потужностей, і покращення якості продукції	Присутня, проста	8 місяців – 2 роки
2.	Розширення клієнтської бази на рівні країни і за кордоном	Присутня, середньої тяжкості	1,5 -3,0 роки

Виходячи з результатів аналізу було обрано альтернативу № 1 ринкової поведінки [23].

Розроблення ринкової стратегії проекту.

Таблиця 3.13 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
----------	--------------------------------------------------	-----------------------------------------	-----------------------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------

1.	Фізичні особи-підприємці	Присутня	Присутній періодичний попит	Середня інтенсивність	Присутність незначної конкуренції перешкоджає входу у сегмент
2.	Виробники картону та упаковки	Присутня	Потенційний попит є значним	Значний рівень конкуренції	Утримати позицію в сегменті, оскільки на ринку є виробники даного виду продукції
Які цільові групи обрано: - фізична особа-підприємець; - виробники картону та упаковки					

За результатами аналізів потенційних груп споживачів було визначено стратегію охоплення ринку – масовий маркетинг [23] .

Таблиця 3.14 – Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
-------	--------------------------------------	---------------------------	------------------------------------------------------------------------	---------------------------

1.	Нарощення виробничих потужностей, покращення якості	Масовий маркетинг.	Компанія працює із всім ринком, пропонуючи стандартизовану програму маркетингу	Стратегія масового маркетингу
----	-----------------------------------------------------	--------------------	--------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------

Таблиця 3.15 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
1.	Ні.	Буде утримувати існуючих споживачів і переорієнтовувати споживачів у конкурентів, тому що ринок заповнений, а завдяки інноваціям та зменшенню собівартості готової	Основна мета даного проекту і конкурентів – забезпечення ринку продукцією відповідної якості, згідно стандартних	Стратегія лідерства.

Продовження таблиці 3.15

		продукції є можливість утримувати передові позиції	вимог з конкурентною ціною	
--	--	-------------------------------------------------------------	----------------------------------	--

Таблиця 3.16 – Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1.	Відповідність ТУ, оформлення необхідного пакету документів на умовах продаж/купівля або заключення договору про співпрацю	Стратегія лідерства.	Для кожного із сегментів розробляється окрема програма ринкового впливу. Забезпечення побажань кожного споживача	1. Гнучка політика підприємства. 2. Високі показники якості. 3. Приваблива ціна

Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.

Таблиця 3.17 – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1.	Забезпечення ринку продукцією відповідної якості, згідно стандартних вимог, з метою подальшого її використання в процесі виробництва упаковки	Індивідуальний підхід, у виконанні замовлення, до кожного із клієнтів	Гнучка політика підприємства по відношенню до клієнтів, співвідношення «приваблива ціна/високі показники якості товару»

Таблиця 3.18 – Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари- замінники	Рівень цін на товари- аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Нижня та верхня межі встановлення ціни на товар/послугу
1.	20000 - 30000 грн/т	25000 - 45000 грн/т	Вище середнього – високий	17000 - 25000 грн/т

Таблиця 3.19 – Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1.	Клієнт на	Надати необхідну	Нульовий	Власна

Продовження таблиці 3.19

	періодичній/постійній основі здійснює замовлення та вимагає необхідний пакет документів	інформацію, забезпечити своєчасну поставку товару	рівень (прямі канали розподілу	(проводити збут власними силами)
--	-----------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------	--------------------------------	----------------------------------

Таблиця 3.20 – Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1.	Моніторинг ринку, оцінка наявних пропозицій, отримання інформації про товар.	Формальні (офіційні).	Гнучка політика підприємства, високі показники якості, приваблива ціна.	Донести інформацію про товар.	«Високоякісний картон за привабливою ціною».

Висновки

Згідно результатів проведеного аналізу можна зазначити, що:

- ринкова комерціалізація проекту можлива, тому що попит наявний, динаміка ринку – зростаюча, рентабельність роботи на ринку складає 6,8 % [23];
- перспективи впровадження існують враховуючи потенційні групи клієнтів (фізичні особи-підприємці, виробники упаковки), бар'єрів входження не існує, конкуренція середньої інтенсивності, проект конкурентоспроможний;
- для ринкової реалізації проекту, в якості альтернативи, доцільно підтримувати свої позиції на ринку, підвищувати якість продукції і зменшувати її собівартість, а саме підвищення продуктивності виробництва з використанням сучасних технологій і обладнання, більш ефективного використання енергетичних ресурсів;
- подальша імплементація проекту є доцільною.

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз літературних джерел з огляду виробництва паперу та картону зарубіжних виробників, їх класифікація, особливості та відмінності. Проаналізовано використання хімічних допоміжних речовин у виробництві картонно-паперової продукції для підвищення якості картону.

2. Наведено приклади вирішення технологічних проблем виробництва картону макулатурного з пігментованим покриттям у ПрАТ «Київський картоно-паперовий комбінат».

3. Досліджено вплив хімічних допоміжних речовин на показники картону макулатурного із пігментованим покриттям, а саме, ефективність використання ензимів для видалення органічних барвників та підвищення білості картону, та застосування дисперсії каоліну KP-85Ultra для підвищення білості поверхневого шару картону-основи.

4. Запропоновано заходи із реконструкції технологічного потоку виробництва картону макулатурного з метою підвищення продуктивності та поліпшення якості продукції:

- встановити двохступеневу флотаційну установку EkoCell на потоці поверхнового шару, для видалення органічних барвників з макулатурної маси;
- проведено реконструкцію формувальної частини КРМ-1 з вакуум-формуєчими циліндрами на плососітковий формувальний пристрій для покращення формування елементарних шарів полотна картону;
- заміна звичайного клеїльного преса на плівковий, що забезпечить можливість нанесення клею від $0,05 \text{ г/м}^2$ для проклеювання та до 20 г/м^2 для крейдування на кожну сторону картону.

5. Розраховано матеріальний баланс волокна та води з виробництва картону макулатурного з пігментованим покриттям. Встановлено, що для виготовлення 1 т картону необхідно $1028,52 \text{ кг}$ абсолютно сухої макулатури та $40990,72 \text{ кг}$ води.

6. Проведено розрахунок теплового балансу сушіння картону. Встановлено, що витрати пару на сушіння 1 кг матеріалу становлять $1,26 \text{ кг/год}$.

7. Зроблено вибір технологічного обладнання у відповідності до технологічного потоку.
8. Розроблено стартап-проект, де згідно отриманих результатів визначино, що ринкова реалізація проекту є доцільною при підвищенні продуктивності виробництва з використанням сучасних технологій і обладнання, підвищенні якості продукції та знижені її собівартості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Центри целюлозно-паперової промисловості в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.novageografia.com/vogels-1048-1.html>.
2. Целюлозно-паперова промисловість України (2007 р.) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrexport.gov.ua/ukr/prom/ukr/25.html>.
3. Примаков С. П., Барбаш В. А. Технологія паперу і картону: Навчальний посібник для вузів. – К., ЕКМО, 2002, – 396 с.
4. Сучасний стан і проблеми світового та українського ринків целюлозно-паперової продукції С.В.Путінцев (2016р.) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://irbis-nbrv.gov.ua>
5. Рынок картона в Украине (состояние и проблемы) И.А. Колчина, ассоциация «УкрПапир», г. Киев /"Упаковка". – №3. – 2013. // [Електронний ресурс]–Режим доступу: http://upakjour.com.ua/ru/jurnal_upakovka/o_jurnale.html.
6. Глушкова Т. Методологічні аспекти класифікації товарів //Журнал "Товари і ринки"-№1.-2011.// [Електронний ресурс]–Режим доступу: [http:// tr.knten.kiev.ua](http://tr.knten.kiev.ua)
7. Глушкова Т. Стан, проблеми та сучасні тенденції розвитку ринку картонно-паперових виробів в Україні / Т. Глушкова // Вісник Київ. нац. торг.-екон. ун-ту. – 2005.
8. Пузырев С.С. Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3 т. Т.1. Сырье и производство полуфабрикатов. Ч. 3. Производство полуфабрикатов. – СПб.: Политехника, 2004. – 316 с.
9. <http://kaolincentre.com.ua/kaolin-info/3-kaolins>
- 10.Облагороджування макулатури в виробництві паперу/ М.А.Агеев//Автореферат-Скатеринбург-2007//[Електронний ресурс]–Режим доступу:<http://books.google.com>
11. Макулатура паперова й картонна. Технічні умови: ДСТУ 3500:2011. – [Чинний від 2011-01-01]. – Київ: Держспоживстандарт України, 2010. – 14 с. –

(Національний стандарт України).

12. Картон для споживчого пакування. Технічні умови: ТУ У ТУ У 21.1-05509659-031:2012. – [Уведено вперше; чинні від 2012-02-01]. – ПрАТ «Київський КПК», 2012. – 20 с. – ПрАТ «Київський КПК», 2012. – 7 с.

13. Технічні умови :ТУ У 14.2-30574526-002:2008/ TU U 14.2-30574526-002:2008- [Уведено вперше; чинні від 2012-09-17].

14. Дулькин Д. А. Современное состояние и перспективы развития использования вторичного волокна из макулатуры в мировой и отечественной индустрии бумаги / Д. А. Дулькин, В. А. Спиридонов, В. И. Комаров. – Архангельск : Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2007. – 118 с. Технологический регламент производства бумаги для гофрирования. – г. Обухов, 2007 г. – 134 с.

15. https://www.voith.com/corp-de/voith-paper_together19.pdf.

16 . <http://www.papir.kiev.ua/ru/>.

17. Астратов Н.С. Формирование бумаги и картона: Московские учебники \ Н.С. Астратов и др.: 2002. – 368 с.

18. Шредер В.Л. Упаковка из картона / Шредер В.Л., Пилипенко С.Ф. – К.: ИАЦ «Упаковка», 2004. – 560 с.

19. Теория и конструкция машин и оборудования отрасли. Бумаго- и картоноделательные машины: Учеб. пособие/ Под ред. В.С. Курова, Н.Н. Кокушина. СПб.: Изд-во Поли- техн. ун-та, 2006. 588 с

20. Ванчаков М.В. Технология и оборудование для переработки макулатуры: Учебное пособие / М.В. Ванчаков, А.В. Кулешов, Г.Н. Коновалова // СПб.: СПбГТУРП, 2010. – Ч. 1. – 98 с.

21. Ванчаков М.В. Технология и оборудование для переработки макулатуры: Учебное пособие / М.В. Ванчаков, А.В. Кулешов, Г.Н. Коновалова // СПб.: СПбГТУРП, 2010. – Ч. 2. – 82 с.

22. Плосконос В. Г. Технологія паперу і картону: метод. вказівки до виконання розрахунків матеріального балансу води і волокна для студентів напряму підготовки 0513 – хімічна технологія програми професійного спрямування

«Хімічна технологія переробки деревини та рослинної сировини» / В. Г. Плосконос, С. П. Примаков, Р. І. Черьопкіна, Л. П. Антоненко, О. М. Мовчанюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 66 с.

23. Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.

24. Жудро С.Г. Технологическое проектирование целлюлозно-бумажных предприятий. Изд. 2-е, переработ. – М.: «Лесная промышленность», 1970. – 224 с.

25. Семененко О. Г. Переробна промисловість: аналіз стану та основних тенденцій розвитку / О. Г. Семененко // Економіка та управління. – 2016. – № 31/1. – С. 104-113.

Додаток А

Список використаних джерел:

1. Класифікація безпілотних літальних апаратів / О.І. Тимочко, Д.Ю. Голубиницький, П.Ф. Третяк, І.В. Рубан // Військово-технічні проблеми. ХУПТС, Харків. – 2007. С. 61–66.
2. Лоринков А. Беспилотная воздушная разведка. – М.: Воениздат, 1997. – 224 с.
3. Гоним С.М. и др. Беспилотные летательные аппараты / Гоним С.М., Карпенко А.В., Мехов Г.Ф., Коваленчук В.В. – СПб.: Петер, 1999. – 176 с.
4. Мосалев В. Подразделение беспилотных летательных аппаратов. – М.: Визинг, 2000. – 320 с.
5. Сучасні технології комунікації мобільних та стаціонарних пристроїв як повідомля частина сучасного бізнесу / В. М. Федорченко, К. І. Карпенко // Системи обробки інформації. Харківський національний економічний університет, Харків. – 2011. – № 7(97). – С. 48–51.
6. Сайт Українського державного центру радіочастот [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ucrf.gov.ua/>
7. Беспроводные технологии от последней мили до последнего добыва / М.С. Непроросний, О.А. Шорин, А.М. Бабин, А.Л. Сартаков. – Эко-Трендз, 2009. – 400 с.
8. Паукул С. Технология беспроводной связи / С. Паукул. – ДР, 2009. – 259 с.
9. ГТС UA. Пов'язані однією мережею (IoT) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://its.ua/articles/uda_vyazaniye_odnoy_merezy_2145

Личук І.В., Грищенко Т.А., Подгорнов Є.А.

магістранти;

Трембус І.В.

кандидат технічних наук, доцент,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

МЕТОД SCT – ПОКАЗНИК МІЦНОСТІ УПАКОВКИ З ГОФРОКАРТОНУ

Роль упаковки у сучасному світі досить велика. Упаковка захищає продукти від псування, полегшує транспортування, реалізацію та зберігання товару. Одним з видів упаковки, що найбільш динамічно розвивається є упаковка гофрокартону.

Гофрокarton широко використовується, як пакувальний матеріал і відзначається високою вагою, вартістю, задовільними фізико-механічними властивостями. Крім того, пакування і тари з гофрокartonу повинні відповідати певним експлуатаційним вимогам важливою з яких є опір торцевому стисненню гофрокartonу, який характеризує несучу здатність та жорсткість гофрокartonу та виробів з нього [1]. Запропонований показник ECT враховує не лише можливість руйнування гофрокartonу в результаті стиснення, але і руйнування за рахунок місцевого викривлення окремих шарів. Для визначення опору торцевому стисненню за методикою ECT використовують відому формулу [2]:

$$ECT = K_1 \cdot (SCT_{FL} + K_2 \cdot SCT_{FI} \cdot SCT_{FL})$$

де K_1 – константа, яка визначається емпірично для окремого виробництва і близька до 1;

K_2 – фактор гофрування (конкретна величина, яка визначається гофрувальними валами, зазвичай повідомляється постачальником валів);

SCT – величина опору стисненню на короткій відстані, кН/м (L – для картону для плоских шарів, FI – паперу для гофрування).

Визначення опору стиснення за методом SCT виконують згідно ISO 9895 на приладі L&W Compressive Strength Tester STFI-CODE 152. Принцип вимірювання опору стиснення у відповідності з методом SCT показано на рис. 1. При вимірюванні зразок картону-лайнру поміщають між двома затискачами з вільною довжиною стиснення 0,7 мм. Швидкість випробування становить 3 ± 1 мм/хв. При наближенні затискачів один до одного довжина зразка скорочується, а навантаження в смужці зростає. Так, як зразок короткий по відношенню до його товщини, це запобігає біфуркації, і деформація зразка відбувається в результаті стиснення, а не в результаті втрати стійкості.

Даний метод відображає дійсне зусилля, яке потрібно прикласти для руйнування міжволокнистих зв'язків. За результат приймається опір стиснення, віднесений до ширини зразка, який обчислюється до 0,01 кН/м. Відношення опору стиснення SCT до маси 1 м^2 , яке враховується з точністю до 0,1 Нм/г, називається індексом стиснення J_{ECT} .

У більшості випадків міцність гофрованого картону під час торцевого стиснення буде залежати від опору стиснення (міцності) окремих видів паперу, з яких його виготовлено і величина якого визначається на основі досліджень SCT.

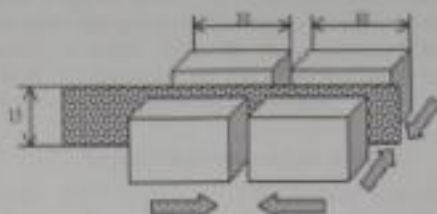


Рис. 1. Принципова схема визначення опору стиснення гофротреса за методом SCT

Для розрахунку ECT потрібно знати величину міцності при стисненні кожного з шарів гофрокартону. Показник зусилля стиснення на короткій відстані SCT є характерним для всіх шарів картону та паперу для гофрування і набув поширення в європейських країнах для цих видів продукції.

Слід зазначити, що в деяких випадках вирішальну роль відіграє місце викривлення окремих шарів зразка і емпіричні залежності можуть приводити до результатів з більшими похибками, ніж у випадку запропонованого аналітичного методу для визначення показника ECT. Запропонований метод оцінки ECT гофрокартону дозволяє аналізувати вплив, які відбуваються під час дослідження характеристик міцності, і дає можливість вибрати відповідні складники (види паперу) для виробництва гофрокартону так, щоб у практичних умовах механічні властивості окремих шарів було б повністю використано. Завдяки цьому можна буде знизити собівартість виробництва і споживання матеріалів. Крім того, на відміну від розповсюджених емпіричних залежностей, цей метод не вимагає експериментального визначення констант, характерних для різних видів гофрокартону, що полегшує прогнозування опору торцевому стисненню для зразка гофрованого картону, і тому є більш універсальним.

Знання значення показника SCT вихідних матеріалів гофрокартону є необхідним для розрахунку теоретично досяжних показників гофротреси. Досягнення встановлених значень цього параметру є запорукою досягнення необхідних властивостей гофротреси. Використання методики прогнозування таких параметрів, як опір стисненню (SCT) і опір гофрокартону до стиснення (ECT), на основі механічних

Додаток Б

Збірник тез доповідей XVIII міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 676.252

М'ЯКІСТЬ, ЯК ОДИН З ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ ВИРОБІВ САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

магістранти Ангук І.В., Грищенко Т.А., Подгорнов Є.А.,

к.т.н., доц. Трембус І.В.

Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Анотація. Розглянуто вимоги до показників якості санітарно-гігієнічного паперу. Описано особливості визначення показника м'якості органолептичним методом оцінювання.

Ключові слова: санітарно-гігієнічний папір, м'якість, органолептичні властивості, аналізатор м'якості тис'ю.

Abstract. The requirements to the quality indicators of sanitary paper are considered. The peculiarities of determining the softness index by organoleptic evaluation method are described.

Keywords: sanitary paper, softness, organoleptic properties, tissue softness analyzer.

Виробництво паперу основи для санітарно-гігієнічної (СГ) продукції у відсотковому співвідношенні регулярно посідає провідне місце серед інших виробів асоціації "УкрПапір". Такі дані пояснюються високим попитом на даний вид продукції, що виробляється з паперу основи СГ призначення.

До паперу СГ призначення висуваються спеціальні вимоги, такі як підвищена м'якість, висока поглинаюча здатність, пухкість при відносно невисокій механічній міцності, низька маса 1 м^2 .

М'якість СГ видів паперу, поряд з підвищеною вбирною здатністю, є одним з основних її споживчих властивостей. На жаль, її не можна визначити однозначно, і в загальному випадку поняття м'якості паперу об'єднує комплекс пружнопластичних і органолептичних властивостей. М'якість характеризують пружнодеформаційні показники, такі, як пружність,

Збірник тез доповідей XVIII міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

пластичність, еластичність, гнучкість, а також пухкість і стан поверхні паперового листа, тобто її рельєф, шорсткість, коефіцієнт тертя. Певне співвідношення цих параметрів характеризує показник найвищої м'якості. М'якість паперу визначають як рухливість його структурних елементів (волокон), їх властивості. Чим вище рухливість волокон при інших рівних умовах, тим вище м'якість паперу і вище значення його пластичності. Паралельно СТ виду паперу повинні характеризуватися певними значеннями пружності, тобто повертатися в початковий стан (недоформований) після зняття зовнішнього навантаження, зберігаючи свою пухкість.

Під час оцінювання властивостей волокнистих матеріалів органолептичними методами потрібна якомога точніша конкретизація у формулюванні всіх можливих тактильних відчуттів, особливостей зовнішнього вигляду, форми, кольору та інших показників, характерних для волокнистих матеріалів.

Для визначення м'якості застосовують метод, що дозволяє оцінити пружні властивості волокнистого матеріалу із застосуванням приладу "Аналізатор м'якості тис'ю" (TSA) (Tissue Softness Analyzer) який, зокрема, дає можливість оцінити характеристики матеріалів, а також одночасно враховує їх вплив на м'якість.

Принцип його дії базується на визначенні сили, яка передається досліджуванним зразком на сенсор реєстраційного елемента приладу під час згинання та для оцінювання споживчих властивостей матеріалів, а також їх динамічного розтягування, м'якості та інших дотичних параметрів. Принцип приладу ґрунтується на вимірюванні вібрації досліджуваного зразка і подальшої побудови частотного спектра шумів. Водночас змінні фактори, від яких залежать кількісні значення отриманих показників, поділяють на дві групи:

- показники, що визначають якість вихідного волокнистого матеріалу;
- показники, що визначаються технологічним процесом виготовлення матеріалу (для паперу санітарно-технічного

Збірник тез доповідей XVIII міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

призначення – ступінь млива, режим пресування, процес відливання, сушіння та подальшого оброблення).

В залежності від загального випадку коли говорять про м'якість, то це означає тактильне відчуття при дотику до матеріалу, наприклад, тис'ю. Відчуття м'якості є комбінація трьох складових – істинна м'якість, гладкість/шорсткість, жорсткість.

Три параметри – істинна м'якість TS7, гладкість/шорсткість TS750, жорсткість D разом з товщиною і числом шарів комбінуються у формулі розрахунку показника м'якості по тому або іншому алгоритму розрахунку:

$$HF = f(TS7, TS750, D, \text{товщина шару, маса, число шарів})$$

При розрахунку показника м'якості зразків тис'ю доступний вибір різних алгоритмів, які використовують в залежності від характеристик або від застосування матеріалу зразка. При цьому рівняння в цих алгоритмах дозволяють вирахувати показник м'якості різними методами.

Можна зробити висновок, що органолептичний метод оцінювання показника м'якості є дуже суб'єктивним і багато в чому залежить від емоційної характеристики особистості експерта.

Аналізатор (TSA) дозволяє обрахувати показник м'якості за допомогою різних алгоритмів, які використовуються головним чином для оцінки якості під час вхідного та вихідного контролю, оптимізації процесу, розробки і стандартизації продукту, розгляду реклами.

Перелік посилань:

4. Л. Андрієвська, Т. Глушкова, С. Пилипенко / Оцінка якості паперової продукції санітарно-гігієнічного призначення // Товари і ринки. – 2012 – № 1. – с. 164-170.

5. Л.В. Андрієвська, Т.Г. Глушкова, Л.А. Коптюх, К.В. Мостика / Поліпшення властивостей паперу для виробів санітарно-гігієнічного призначення // вісник Черкаського державного технічного університету. – 2015 – № 2. – с. 141-146.